Vegetationsversuche

mit 88 Hafersorten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Rostock

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

vorgelegt von

Georg Schneider,

Assistent am Institut für Bodenlehre und Pflanzenbau der Kgl. Preuss. landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf.

Mit einer Tafel und 20 Textabbildungen.

Merseburg.

Druck von Friedrich Stollberg.

1912.

Referent: Geh. Ökonomierat Professor Dr. Heinrich.

Meiner Mutter!

Inhalt.

Seite

Einführung 1

I. Teil.

1. Beschreibung der Vegetationsversuche 6
2. Die Witterungsverhältnisse des Versuchsjahres 7
3. Die Entwicklung der 88 Hafersorten 7

II. Teil.

1. Das absolute und das relative Gewicht der Wurzeln 12
2. Bewurzelungsfähigkeit und Wurzelvermögen 20
3. Bedeutung und Wert einer relativ grossen Wurzelmasse für die Produktionsfähigkeit der Pflanze auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren . 24
4. Warum liefert der Leutewitzer Gelbhafer auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren höhere Kornerträge als Beseler Hafer II? 26
5. Kornertrag, Vegetationsdauer und Bewurzelungsfähigkeit 32

III. Teil.

1. Spelzengehalt, Vegetationsdauer und Bewurzelungsfähigkeit 40
2. Das Gewicht der Spelzen und nackten Früchte von 1000 Körnern 41
3. Das Tausendkorngewicht 44
4. Der Sitz des schwersten Kornes an der Haferrispe 44
5. Das Gewicht und Gewichtsverhältnis der einzelnen Körner im Ährchen der Haferrispe und der Sitz der begrannten Körner 46

Die Hauptergebnisse 52

Zusammenstellung der benutzten Literatur 54

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553625_0048

Einführung.

Aufgabe und Ziel der modernen Pflanzenzüchtung ist es, die Produktionsfähigkeit besonders bei den zu einer Art gehörigen Sorten unserer landwirtschaftlichen Nutzpflanzen zu steigern. Die moderne Pflanzenzüchtung ist davon abgekommen, auf das Aussehen der Pflanzen den Hauptwert zu legen, heute wird glücklicherweise die Leistungsfähigkeit in den Vordergrund gestellt. Die Steigerung der Ertragsfähigkeit, verbunden mit der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Beschädigungen und starke Temperaturunterschiede, muss bei der Gewinnung neuer Sorten das Ziel des Züchters sein. Unsere neueren Züchtungen sind ein Beweis dafür, dass eine solche Steigerung in der Tat möglich ist, denn sie sind in ihrer Leistungsfähigkeit den primitiven Sorten weit überlegen. Unsere Kulturpflanzen, deren Ursprung bei einigen bis in die prähistorische Zeit zurückreicht und vor Jahrtausenden sich bei uns angesiedelt haben, wie z. B. der Hafer, der zur Zeit des Plinius [1]) als einzige Getreideart in Deutschland gekannt und angebaut wurde, haben sicherlich ursprünglich auch nicht dieselbe Ergiebigkeit und dieselben Eigenschaften besessen wie unsere heutigen Hochzuchten.

Es ist nun die Frage, worauf beruht die verschiedene Produktionsfähigkeit der Pflanzen. Die Ursache kann nur bei den Organen zu suchen sein, die der Pflanze den Stoff zu ihrem Körperaufbau zuführen, nämlich dem Blatte und der Wurzel.

Das grüne chlorophyllhaltige Blatt entzieht der Luft Kohlendioxyd und verarbeitet dieses durch den Einfluss des Lichtes unter Abscheidung von Sauerstoff zur Produktion der kohlenstoffhaltigen organischen Substanz. Dieser für die Pflanze hochwichtige Prozess, die Assimilation, ist aber unter sonst gleichen äusseren Vegetationsbedingungen für die verschiedenen Pflanzen nicht gleichmässig; in derselben Zeiteinheit bildet die eine mehr, die andere weniger Kohlehydrat mit der Einheit der Blattfläche. In diesem Sinne spricht man von einer spezifischen Assimilationsenergie, die zum Teil

wohl durch die verschiedene Zahl und Grösse der Chloroplasten sowie durch die verschiedene Durchlüftung der Blätter bedingt ist, jedenfalls aber auch in deren kräftigeren oder schwächeren Tätigkeit ihren Grund haben kann.

Versuche, das quantitative Ausmass der Kohlensäureassimilation zu messen, hat KREUSLER[3]) angestellt, der es unternahm, die von den Pflanzen aufgenommene Kohlensäure direkt zu bestimmen. SACHS[4]), BROOKS[5]), THOMPSON und PFENDERGAST[6]), MENGE[7]), WEBER[8]) u. a. bestimmen die Kohlensäureaufnahme nach der Trockengewichtszunahme. WEBER berechnet die absolute Assimilationsenergie von einem Quadratmeter Blattfläche in zehn Stunden bei der Kapuzinerkresse (Tropaeolum majus) auf 4,466 *g*, bei der Feuerbohne (Phaseolus multiflorus) auf 3,215 *g*, bei der Rizinuspflanze (Ricinus communis) auf 5,292 *g*, bei der Sonnenblume (Helianthus annuus) auf 5,559 *g* Stärke. Bezeichnet man die spezifische Assimilationsenergie der Kapuzinerkresse mit 100, so ist die der Feuerbohne 72,0, der Rizinuspflanze 118,5 und der Sonnenblume 124,5.

Es fragt sich nun, inwiefern sich diese Werte ändern, wenn die nämlichen Pflanzen unter günstigeren Bedingungen assimilieren würden, als es im vorliegenden Falle geschah. Gewiss werden die absoluten Energien grösser ausfallen, ob aber die spezifischen Energien nicht trotzdem dieselben bleiben, wäre noch zu entscheiden.

Für günstigere Vegetatiosbestimmungen gibt SACHS einige Daten. Er berechnet die Assimilationsenergie eines Quadratmeters Blattfläche in 1 Stunde bei der Sonnenblume auf 1,8 *g* und beim Kürbis auf 1,5 *g*. Die gewonnenen Zahlen 1,8 und 1,5 beanspruchen also nur, die Assimilationsenergie für die genannten Bedingungen bei den untersuchten Pflanzen ungefähr anzugeben. Nehmen wir die mittlere Tageslänge zu 15 Stunden an, so ergibt sich also, dass 1 *qm* Blattfläche an einem solchen Tage bei der Sonnenblume $15 \times 1{,}8 = 27{,}0$ *g* und beim Kürbis $15 \times 1{,}5 = 22{,}5$ *g* Stärke assimiliert, wozu noch ein Atmungsverlust von ungefähr 1 *g* zu addieren wäre.

WEBER berechnet die Assimilationsenergie bei der Sonnenblume von 1 *qm* Blattfläche in 10 Stunden auf 5,559 *g*, was in 15 Stunden nur 8,338 *g* ergeben würde, also nur ein Drittel des von Sachs gefundenen Wertes. Diese Verschiedenheit kann jedoch nicht überraschen, denn WEBERS Angabe ist ihrer ganzen Berechnung nach ein Mittelwert aus der gesamten Vegetationsperiode der Pflanze, in welcher günstige und ungünstige Tage eingeschlossen sind. Zudem waren die Vegetationsbedingungen bei WEBERS Beobachtungen überhaupt im allgemeinen ungünstige.

Schliesslich können wir uns jetzt noch fragen, wie gross die assimilatorische Leistung einer ganzen Sonnenblumenpflanze oder einer Kürbispflanze zur Zeit der kräftigsten Vegetation, wenn die Fruchtbildung beginnt, also etwa im August, während eines 15stündigen, heiteren Tages sein würde, wobei ein günstiger und nahrungskräftiger Boden vorausgesetzt wird. SACHS fand, dass eine kräftige, mit zahlreichen Blütenköpfen

versehene, aber keineswegs zu den grössten zählende Sonnenblumenpflanze 145 Blätter mit 1,5 *qm* Blattoberfläche besass. Eine Kürbispflanze, deren Wurzel 3 kräftige Hauptsprosse ernährte, an denen unreife Früchte sassen, ergab 116 Blätter mit 7,3 *qm* Blattoberfläche. Die Assimilationsgrösse dieser beiden Pflanzen würde demnach an einem 15stündigen Tage für die Sonnenblume 36 *g* und für den Kürbis 185 *g* ergeben.

Auch diese Zahlen sind sicherlich noch nicht als die höchsten Werte zu betrachten, da es weit grössere Pflanzen der genannten Art gibt, die in derselben Vegetationszeit eine viel grössere Quantität von Pflanzensubstanz zu erzeugen vermögen.

Weber führt ausserdem noch die absoluten Energien von einigen Maisvarietäten an, die geeignet sein dürften, für die Resultate, die man bei Versuchen im freien Lande zu erwarten haben wird, einige Anhaltspunkte zu liefern. Er berechnet diese Werte aus den von Kreusler [3]) mitgeteilten Daten über die Blattflächenentwicklung und die Trockengewichtszunahme der betreffenden Maisvarietäten folgendermassen:

Assimilationsenergie eines Quadratmeters Blattfläche in 10 Stunden:

beim Hühnermais	6,4 *g*
„ Oberländer Mais	5,6 „
„ Ungarischen Frühmais	7,1 „
„ Badischen Mais	4,7 „
„ Pferdezahnmais	4,0 „

Man kann aus diesen wenigen Beispielen schon entnehmen, dass die Assimilationsenergie unter übrigens gleichen Vegetationsbedingungen bei allen Pflanzen nicht dieselbe, sondern eine jeder Art, ja selbst jeder Spielart eigenartige sein wird.

Ein anderer mächtiger Faktor für die höhere Substanzproduktionsfähigkeit der Pflanzen ist ohne Zweifel auch bei den Wurzeln zu suchen. Dass eine direkte Abhängigkeit der Produktion von der Wurzel besteht, ist offensichtlich. Schon der kleine im Samen eingeschlossene Embryo bringt bei der Keimung zuerst von allen Organen das Würzelchen aus der gesprengten Samenschale hervor. Erst später, wenn die Wurzel schon in den Boden eingedrungen ist, geht die Bildung der oberirdischen Organe vor sich. Ist nun die physikalische Bodenbeschaffenheit einigermassen ungünstig oder unzweckmässig für ein normales Pflanzenwachstum, oder fehlt der eine oder der andere Baustein in der mineralischen Nährstoffkammer des Erdreichs, so wird die natürliche Folgeerscheinung davon zunächst eine kürzere oder längere Wachstumshemmung der Wurzel und damit korrespondierend eine solche der oberirdischen Pflanzenteile sein. Dass sämtliche Ertragserscheinungen, insofern sie durch mechanische oder chemische Bodenveränderungen herbeigeführt sind, durch die Wurzel vermittelt werden, spricht für die Wichtigkeit ihrer Wachstumsförderung. Es ist daher für den Landwirt eine der wichtigsten Aufgaben, die Umgebung der Wurzel im Boden zu einer möglichst gesunden zu machen und ihr die zu-

sagendsten Wachstumsbedingungen zu schaffen. Die rationelle Bodenbearbeitung, die moderne Düngerlehre und nicht minder das System der Fruchtfolge suchen diese Verhältnisse einer reichen und gesunden Entwicklung des Wurzelsystems möglichst vollkommen zu gestalten. In demselben Grade, wie Wissenschaft und Praxis diese Verhältnisse erkannt und den Forderungen der Wurzeln nachgekommen sind, um so höher ist die Produktion gestiegen. Ein Fazit, das uns mehr und mehr angespornt hat, den Geheimnissen der Natur nachzugehen. Gilt es doch dem Ziele der landwirtschaftlichen Spekulation näher zu kommen und die unentgeltlich gebotenen Kräfte und Stoffe der Natur mit möglichst wenig Aufwand an Kapital und Arbeit zu nutzen.

Wenn nun auch die korrelative Wirkung des Wurzelsystems auf die Entwicklung der oberirdischen Pflanzenteile hauptsächlich auf der Energie des Wurzelwachstums und dem Vorhandensein einer entsprechenden Zahl energisch wachsender Wurzeln beruht, während die spezifische Anordnung dieser Wurzeln, also speziell das System, für die Produktion nebensächlich erscheint, so bietet das System in seiner Massenentwicklung und Tiefenerstreckung wiederum äusserst wichtige Anhaltspunkte für die Art der Kultur, die Wahl des Bodens, die Düngung usw. NOBBE machte schon vor Jahren den Landwirten folgende vielsagende Andeutungen: „Das Studium des spezifischen Normalhabitus und der absoluten Durchschnittserstreckung der Wurzeln unserer Kulturgewächse muss die Vorschrift für die Bearbeitung und Düngung des Bodens darbieten, wenn der gesamte Pflanzenorganismus zur höchstmöglichen Ausbildung gesteigert werden soll.“

In jüngster Zeit fordert SCHULZE[9]) von neuem zu Wurzeluntersuchungen und Wurzelstudien auf: „So gut wie die Fortschritte in der Düngerlehre zu immer neuem Studium der oberirdischen Organe führen, sollten sie auch zu weiterer Beobachtung des Wurzellebens anregen. Der höchste Ertrag der Pflanze an oberirdischen Organen ist der Zweck des Pflanzenbaues, aber dieses Ziel kann nur bei normaler Funktion der Wurzel erreicht werden.“ Eine genaue Kenntnis der Wurzel ist notwendig, wenn man sie in ihren Ansprüchen unterstützen und die Produktionsfähigkeit steigern will.

Bei unseren Zerealien, bei denen im Gegensatz zu anderen Kulturgewächsen keine direkte Nutzung der Wurzeln stattfindet, haben wir merkwürdiger Weise bisher, gewiss nicht im Interesse der Produktion, nicht beobachtet, wie weit die Wurzeln von der Kulturbehandlung gestaltlich mitbetroffen werden, und inwiefern samenbeständige Veränderungen, welche die Kultur an den Wurzeln hervorruft, organisch auf die oberirdischen Pflanzenteile zurückwirken. Bei dem hohen Stundpunkte, auf welchem unsere moderne Pflanzenzüchtung heute steht, sind wir aber zu der Annahme berechtigt, dass nicht nur die Pflanzenarten untereinander bei der Anlage ihrer Wurzeln ebenso eine eigene architektonische Idee verfolgen, wie beim Bau ihrer oberirdischen Organe, sondern dass auch die Wurzeln jeder einzelnen Sorte eine durch die Kultur geförderte Grundform besitzen. Und wenn diese Vermutung sich als Tatsache erweist, dann wird die

Landwirtschaft darauf bedacht sein müssen, diese gegensätzlichen biologischen Eigenschaften zu ihrem Vorteile zu benutzen. Eine individuelle Behandlung und Nutzung jeder einzelnen Sorte wird dann nicht nur vorteilhaft, sondern direkt geboten erscheinen. Es muss dann gelingen, für jede einzelne Sorte günstige Boden- und damit Wurzel-Verhältnisse zu schaffen. Die Produktionsfähigkeit würde auf diese Weise unleugbar in nicht unbeträchtlichem Mafse gesteigert werden können.

Gerade im jüngsten Zeitabschnitte unser agrikultur-pflanzenphysiologischen Forschungen ist die Frage der Bewurzelungsfähigkeit der Sorten brennend geworden. Beim Studium der Literatur dieses Spezialgebietes finden sich wohl einige Wurzelarbeiten, aber das Gesamtresultat derselben ist recht bescheiden. Treffende Beantwortung dieser Wurzelfrage findet man nirgends. Die vorliegende Arbeit ist der erste Versuch, diese wichtige und für die Landwirtschaft bedeutsame Frage in einem umfangreichen und exakten Vegetationsversuche zu lösen. Um zu konstatieren, ob Unterschiede bei der Massenentwicklung des Wurzelsystems der einzelnen Sorten bestehen, war es nötig, möglichst viele Sorten daraufhin zu untersuchen. Als Versuchsobjekt wurde Hafer gewählt. Es sind nicht nur die meisten unserer bekanntesten einheimischen, sondern auch viele ausländische, im ganzen 88 Sorten herangezogen worden. Wenn überhaupt Unterschiede in der Bewurzelungsfähigkeit bestehen, so mussten diese bei einer derartig grossen Zahl von Untersuchungen unter völlig gleichen Vegetationsbedingungen unbedingt zutage gefördert werden.

Ferner soll untersucht werden, ob bei den einzelnen Hafersorten Beziehungen bestehen zwischen der Bewurzelungsfähigkeit einerseits und der Vegetationsdauer sowie der Ertragsfähigkeit andererseits. Die Abhängigkeit des Ernteertrages von der Wurzel und den Feuchtigkeitsverhältnissen trockener und feuchter Jahrgänge wird einer eingehenden Kritik unterzogen werden. Im Anschluss hieran wird für das bisher noch nicht zu unserer Erkenntnis gelangte Verhalten des Leutewitzer Gelbhafers, in trockenen Jahren und auf trockenen Böden höhere Erträge zu liefern als Beselers Hafer II, in feuchten Jahrgängen und auf feuchten Lagen dagegen geringere, eine Erklärung gegeben werden. Weiterhin soll der Spelzengehalt der Sorten und seine Beziehung zur Reifezeit und zur Bewurzelungsfähigkeit, das Gewicht der Spelzen und nackten Früchte von 1000 Körnern sowie das 1000-Korngewicht ermittelt werden. Schliesslich soll der Sitz des schwersten Kornes in der Haferrispe, das Gewicht und Gewichtsverhältnis der einzelnen Körner im Ährchen und der Sitz der begrannten Körner festgestellt werden.

Über die meisten dieser Punkte sind bisher noch keine Erhebungen angestellt worden. Wenn auch einige Autoren diesen oder jenen Punkt durch ihre Arbeiten bereits geklärt haben, so muss doch immer im Auge behalten werden, dass sich die Resultate oft widersprechen, und dass daher kritische Nachprüfungen nicht ihres Wertes entbehren.

I. Teil.

1. Beschreibung der Vegetationsversuche.

Um die Bewurzelungsfähigkeit bei den einzelnen Getreidesorten untereinander feststellen zu können, ist es unbedingt notwendig, dass den einzelnen Versuchspflanzen völlig gleiche Boden-, Düngungs- und Witterungs-Verhältnisse geboten werden, denn die habituellen Eigenschaften bzw. die Erbanlage der sich entwickelnden Pflanzen werden durch diese Faktoren so sehr beeinflusst, dass der Arten- und Sortencharakter ganz oder wenigstens teilweise verschwinden kann. PISTOHLKORS [10]) sagt treffend: „So viel verschiedene Wachstumsbedingungen, so viel verschiedene Wurzeln". Ferner ist bei derartigen Versuchen dafür Sorge zu tragen, dass das Saatgut eine gleichmässig gute Beschaffenheit hat, weil ein grösseres Saatkorn sich von vornherein kräftiger entwickeln würde als ein kleines. Schliesslich muss darauf geachtet werden, dass die gesamte Wurzelmenge ohne den geringsten Verlust erhalten werden kann.

Für die in Frage stehenden Wurzeluntersuchungen dürfte wohl daher keine Methode geeigneter sein, als die Kultur der Pflanzen in Gefässen. Sie bietet den Vorteil, dass man auf zuverlässige Weise die ganze Wurzelmasse zusammenhängend und ohne Verlust erhalten kann, während die Einschränkung bezüglich der Ausbreitung der Wurzeln bei der vorliegenden Frage nicht in Betracht kommt. Die Unterschiede der verschiedenen Wachstumsverhältnisse der Pflanzen auf freiem Felde gegenüber denjenigen in Gefässen sind nach neueren Untersuchungen unwesentlich, wiegen jedenfalls nicht den grossen Vorteil einer quantitativen Wurzelgewinnung in Gefässen, der für unsere Zwecke besonders in Betracht kommt, gegenüber einer besseren oder schlechteren Entwicklung auf. Ausgrabungen und Auswaschungen auf freiem Felde sind für den vorliegenden Zweck zu verwerfen, weil es auf diese Weise nicht möglich ist, die Wurzeln unverletzt und vollständig zu erhalten, und weil schon der Verlust von nur einigen Grammen genügt, um zu einem vollständig irreführenden Resultate zu kommen. Nur unter den günstigsten Verhältnissen dürften solche Arbeiten einigermassen sichere Resultate ergeben. So besitzt z. B. die Vegetationsstation in Rosenthal bei Breslau die Einrichtung eines Erdbaues [11]), die es ermöglicht, nicht nur normal entwickelte Wurzelbilder zutage zu fördern, sondern auch die Wurzeln quantitativ zu erhalten.

Für die im folgenden beschriebenen Vegetationsversuche wurden Zinkgefässe von 30 *cm* Höhe und 25 *cm* innerem Durchmesser verwendet. Als Versuchsboden kam steriler Sand zur Verwendung. Trotz seiner von Natur aus gleichmässigen Beschaffenheit wurde die ganze Sandmenge vor dem Füllen der Gefässe viermal sorgfältig durchgeschaufelt, so dass also ein völlig homogener Boden den Versuchspflanzen geboten wurde.

Als Düngung für jedes der 528 Gefässe wurden 5 *g* schwefelsaures Ammoniak, 6 *g* Thomasmehl und 3 *g* 40 %iges Kali gegeben. Diese

Düngung wurde mit der Sandmenge jedes einzelnen Gefässes je dreimal auf das Sorgfältigste gemischt. Die Düngung ist zwar reichlich, aber es ist zu bedenken, dass der verwendete Boden steril war.

Obgleich das Saatgut eine vortreffliche Qualität besass, wurden in einem mit Wasser gefüllten Glase die leichteren Körner von den schwereren getrennt. Von diesen gelangten wiederum nur die grössten zur Verwendung.

Die Saat des Hafers erfolgte am 9. Juni. Jede Hafersorte wurde in sechs Parallelgefässen angebaut. Die Vegetationsversuche wurden im Versuchsgarten angestellt, wo die klimatischen Faktoren auf jedes einzelne Gefäss ebenfalls gleichmässig einwirken konnten. Zu einer bestimmten Stunde, 6–7 Uhr abends, wurden die Pflanzen während der ganzen Vegetationsperiode täglich gleichmässig begossen.

2. Die Witterungsverhältnisse des Versuchsjahres.

Die Witterungsverhältnisse waren derartig günstige, dass selbst die sehr spät reifenden ausländischen Sorten vollständig ausreifen konnten. Die meteorologischen Beobachtungen, die im Versuchsgarten selbst angestellt wurden, mögen der folgenden Übersicht I entnommen werden.

(Übersicht I siehe S. 8.)

3. Die Entwicklung der 88 Hafersorten.

Die Entwicklungsdauer sowie die Dauer der Entwicklungsabschnitte ist aus der Übersicht II auf S. 9 und 10 zu ersehen. Der Aufgang der Keimlinge erfolgte 4 bis 5 Tage nach der Aussaat. Während des zweiten und dritten Tages nach dem Aufgange war das Blättchen der jungen Saat zusammengerollt und lief oben spitz zu. An der Spitze trat nachts fast stets ein Wassertröpfchen auf, was bekanntlich eine Folge eines zu hohen Wurzeldruckes [12]) [13]) ist. Die erwähnte Tropfenausscheidung hörte auf, wenn die Sonne höher stieg, und mit zunehmender Wärme und Trockenheit der Luft die Transpiration der Blätter sich steigerte. Wenige Tage darauf fingen die bis dahin zusammengerollten Blättchen an, sich allmählich zu entfalten und das erste Blatt zu entwickeln. Das zweite Blättchen erschien sieben Tage, das dritte 22 bis 23 Tage nach der Aussaat. Nach dem Erscheinen des dritten Blattes fingen die Pflanzen an, sich zu bestocken. Alle Blättchen zeigten mehr oder weniger eine deutliche Linksdrehung, wodurch sich bekanntlich neben einer verschiedenen Form der Ligula die Haferpflanze von der Gerstenpflanze unterscheidet, deren Blättchen sich nach rechts drehen, und deren Ligula an beiden Seiten ohrförmige Fortsätze, die zum Teil den Stengel umfassen, ausbildet.

Am 4. und 5. Juli wurden die Pflanzen verzogen. Nur zehn am besten entwickelte blieben in jedem Gefässe stehen, so dass also auch gleichmässig gut entwickelte Individuen den späteren Versuchszwecken dienten.

(Fortsetzung des Textes auf S. 711.)

Übersicht I.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen.

Monate	Temperatur			Sommertage (Maximum der Temperatur über 25° C)		Feuchtigkeit der Luft						Verdunstung (Verdunstungsfläche = 25 *qcm*)					Niederschläge						Sonnenscheindauer			
						absolute			relative			pro Tag			im Monat		Menge		Zahl der Tage mit							
	Mittel	Maximum (absolutes)	Minimum (absolutes)	Anzahl	Datum	mittlere	grösste	geringste	mittlere	grösste	geringste	mittlere	grösste	geringste	in Sa.	Höhe	Höhe pro Monat	grösster Niederschlag	Niederschläge in Sa.	Schnee	Hagel	Graupel	Gesamtdauer im Monat	Durchschnitt am Tage	Zahl der Tage ohne Sonnenschein	Zahl der Tage mit mehr als 12 Stunden Sonnenschein
	°C	°C	°C			*mm*	*mm*	*mm*	%	%	%	*ccm*	*ccm*	*ccm*	*ccm*	*mm*	*mm*	*mm*								
Mai	13,0	26,8	1,7	3	7., 8., 9.	8,3	12,9	5,4	75,8	98	29	14,9	48,0	4,0	462,0	184,8	27,8	17,2	16	0	0	0	216,70	6,99	6	9
Juni . . .	15,4	28,8	4,2	2	27., 28.	10,0	15,2	4,6	76,7	100	43	12,1	20,0	4,0	361,5	144,6	41,8	9,2	14	0	0	0	241,19	8,04	2	7
Juli	17,2	29,4	7,2	5	18., 19., 24., 30., 31.	11,3	14,9	7,1	77,9	97	46	13,0	31,5	6,0	404,0	161,6	28,7	5,0	22	0	0	0	234,40	7,56	0	8
August . .	16,8	32,3	7,9	5	1., 3., 14., 16., 31.	10,8	16,4	6,3	76,3	98	37	13,3	34,5	4,5	411,0	164,4	58,8	22,8	23	0	0	0	173,76	5,61	2	0
September	13,9	29,9	3,9	4	1., 2., 3., 4.	9,5	14,5	5,5	80,8	99	32	8,6	18,0	0,0	257,0	102,8	14,8	3,5	24	0	0	0	135,40	4,51	5	0
Oktober .	8,8	17,3	1,0	0	—	7,3	11,8	4,1	85,1	99	51	5,3	12,0	0,5	164,9	66,0	34,4	12,5	15	0	0	0	91,15	2,94	10	0

Übersicht II.

Entwicklung der Saaten.

Nr.	Sorte	Tage zwischen Saat und Aufgang	Tage zwischen Saat und Schossen	Tage zwischen Saat und Reife
1	Anderbecker	4	47	89
2	„	4	47	90
3	Australischer weisser	5	48	90
4	„ Port Adelaide	5	48	90
5	Barbachlaver	5	51	90
6	Bayrischer verbesserter Gebirgshafer	5	48	90
7	Behrens Schlanstedter	4	49	89
8	Beseler II	4	49	90
9	Bestehorns verbesserter	4	47	89
10	Brie	5	53	118
11	Clydesdale	4	45	90
12	Coulommiers	5	53	118
13	Dänischer	4	45	90
14	Dollar, amerikanischer Fahnenhafer	4	50	90
15	Duppauer (aus Cunrau)	4	46	89
16	Etampes	5	56	118
17	Fichtelgebirgshafer (aus Bernstein)	5	49	89
18	Flandrischer	4	52	90
19	Georgien	4	51	96
20	Golden Fleece	4	44	86
21	„ Giant, amerikanischer Riesenhafer	4	52	95
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	4	49	96
23	„ „ schwarzer tartarischer	4	51	90
24	Heines ertragreichster	4	48	89
25	„ Traubenhafer	4	47	89
26	Hoitling	4	50	90
27	Houdan	5	52	96
28	Hunsrücker Fahnenhafer	4	52	95
29	Joanette (de Chenailles)	5	50	96
30	Kanadischer	4	47	90
31	Kirsches	4	48	89
32	Kolumbus	4	44	86
33	Leutewitzer Gelbhafer	4	47	96
34	Ligowo weisser Riesenhafer	4	44	86
35	Longfellow, schottischer	5	48	96
36	Lüneburger Kleyhafer	4	46	89
37	Mesdag, Holländischer	4	41	83
38	Milton	5	47	90
39	Mortagne	5	52	96
40	Mortgage Lifter, amerikanischer	4	45	90
41	Nackter grosser aus China	4	51	96
42	Nackter kleiner, niedriger Fahnenhafer	4	56	118
43	Nassengrunder Riesenhafer	4	46	89
44	Nubischer Fahnenhafer	5	52	89
45	Oderbrucher	4	53	96

Nr.	Sorte	Tage zwischen Saat und Aufgang	Tage zwischen Saat und Schossen	Tage zwischen Saat und Reife
46	Pewsumer Hammerich	4	45	95
47	Pfiffelbacher ertragreichster	4	47	86
48	„ gelber	4	47	89
49	Pied de mouche courte	4	54	103
50	Podolischer	4	48	96
51	Polnischer	4	50	96
52	Pringles Progress	4	47	90
53	Probsteier	4	48	89
54	Prolifique de Californie, schwarzer Fahnenhafer	5	51	89
55	„ „ „ , weisser	5	48	95
56	Providence, schottischer	5	52	90
57	Riesen —, dickähriger weisser Fahnenhafer	5	51	89
58	„ —, gelber Fahnenhafer	4	51	89
59	„ Sommerhafer	4	43	86
60	Rousse couronnée	5	53	96
61	Rügenscher	4	44	86
62	Schottischer Angus	5	51	90
63	„ Berwick	5	48	96
64	„ Dun	5	52	103
65	„ Hopetown	5	52	103
66	„ Potato	5	51	103
67	Schwedischer	4	45	86
68	Sechsämter aus Oberrösslau	5	48	89
69	Shirriffs	5	52	96
70	Sibirischer	4	47	95
71	Strubes Schlanstedter	4	49	95
72	Svalöfs Borstlösa	4	46	89
73	„ Goldregen	4	47	89
74	„ Hoitling	4	49	89
75	„ Ligowo	4	45	89
76	Szimboradzer	5	48	89
77	Tartarischer schwarzer	5	52	89
78	„ weisser	5	52	96
79	Thüringer	5	52	96
80	Triumphhafer, amerikanischer	4	46	96
81	Überflusshafer	4	45	90
82	Ungarischer schwarzer	5	49	90
83	„ weisser	5	53	96
84	Victoria	5	45	90
85	Waterloo	5	45	90
86	Welcome, amerikanischer	5	48	90
87	Wide-Awake	5	48	95
88	Winterhafer	5	52	96

Grössere Unterschiede als beim Aufgange ihrer Saat zeigten die Sorten beim Schossen. Bei weitem am frühesten schosste der schwarze holländische Mesdag (37), er brauchte nur 41 Tage. Zwei Tage später schossten der Riesensommerhafer (59); dann folgten mit 44 Tagen Golden Fleece (20), Kolumbus (32), Ligowo (34) und der Rügensche Hafer (61). Noch einen Tag später, am 45. Tage, schossten die folgenden 8 Sorten: Clydesdale (11), Dänischer Inselhafer (13), Mortgage Lifter (40), Pewsumer Hammerich (46), Weisser Schwedischer (67), Überflusshafer (81), Victoria (84) und Waterloo (85). Am spätesten schossten der nackte kleine Fahnenhafer (42) und Etampes (16), sie brauchten 56 Tage. Pied de mouche courte (49) schosste am 54. Tage, und am 53. Tage schossten Brie (10), Coulommiers (12), Oderbrucher (45), Rousse couronnée (60) und der weisse Ungarische Hafer (83). Alle übrigen Sorten brauchten 45 bis 52 Tage.

Wie dem Zeitpunkte des Schossens, so ist auch dem Eintritt der Reife die grösstmögliche Aufmerksamkeit gewidmet worden. Am frühesten reifte mit 83 Tagen der holländische Mesdag (37), drei Tage später folgten der Riesensommerhafer (59), Golden Fleece (20), Kolumbus (32), Ligowo (34), der Rügensche Hafer (61), Pfiffelbacher (47) und der weisse Schwedische (67). Am spätesten kamen in das Stadium der Reife mit 118 Tagen der nackte kleine Fahnenhafer (42), Etampes (16), Coulommiers (12) und Brie (10). 103 Tage brauchten Pied de mouche courte (49), der schottische Dun (64), der schottische Hopetown (65) und der schottische Potato (66). Die übrigen Sorten brauchten, wie aus der Übersicht ersichtlich, 89 bis 96 Tage.

Um reif zu werden, brauchten also

die	sehr früh	reifenden	Sorten	83	und 86	Tage.
„	früh	„	„	89	bis 90	„
„	mittelfrüh	„	„	95	„ 96	„
„	spät	„	„		103	„
„	sehr spät	„	„		118	„

Die am frühesten schossenden Sorten reiften durchschnittlich auch am frühesten und die am spätesten schossenden durchschnittlich auch am spätesten.

An dieser Stelle sei auf eine Abweichung im morphologischen Bau des Halmes zweier Hafersorten aufmerksam gemacht. Bekanntlich tritt bei den echten Gräsern, also auch bei dem Hafer, an der Grenze von Blattscheide und Blattspreite ein Häutchen, die sogenannte Ligula, auf. Auffallend ist der Befund, dass bei dem Riesen-Fahnenhafer (58) und dem amerikanischen Hafer Golden Giant (21) die Ligula fehlt. Bei diesen beiden Sorten geht auch die Blattscheide in die Blattspreite in fester Linie über, während sich bei allen übrigen Sorten an der Stelle der Basis der Blattspreite ein deutlicher Knick vorfindet. Auf Taf. I, Fig. 1 lassen sich diese beiden Abweichungen deutlich erkennen.

II. Teil.

1. Das absolute und das relative Gewicht der Wurzeln.

Unter Bewurzelungsfähigkeit oder Bewurzelungsvermögen der Pflanzen ist die Massenentwicklung der Wurzeln, die in dem relativen Wurzelgewicht, also dem Verhältnis des Gewichtes der gesamten oberirdischen Pflanzenteile zu dem der Wurzeln, ihren Ausdruck findet, zu verstehen.

Mit grosser Deutlichkeit zeigen die Übersichten III u. IV auf S. 13 bis 16, dass die bisherigen Vermutungen einer verschieden grossen Bewurzelungsfähigkeit bei den Sorten untereinander vollauf berechtigt waren. Das absolute Wurzelgewicht zu einer Zeit kurz nach dem Schossen der Hafersorten wies grosse Unterschiede auf. Einen sehr niedrigen Stand erreichte es z. B. mit 7,5 *g* bei dem holländischen Mesdag (37), einen sehr hohen dagegen mit 22,7 *g* bei dem schottischen Dun (64). Im Durchschnitt aller 88 Sorten betrug das absolute Gewicht der Wurzeln von je zehn Pflanzen zu dieser Zeit 12,2 *g*.

Das Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile und der Wurzel musste daher bedeutenden Schwankungen unterworfen sein; es war z. B. bei dem Mesdag wie 100 : 20,7, bei dem schottischen Dun dagegen wie 100 : 50,2.

Zur Zeit der Reife war das absolute Gewicht der Wurzeln bedeutend kleiner, das Gewichtsverhältnis weiter, die Bewurzelung also eine geringere. Es betrug das absolute Gewicht bei dem Mesdag 6,2 *g*, bei dem Dun dagegen 15,6 *g*. Das Gewichtsverhältnis war bei diesem wie 100 : 25,9, bei jenem wie 100 : 12,7.

Aber auch unsere einheimischen Sorten unter sich besitzen eine verschieden starke Bewurzelungsfähigkeit; so bewurzelte sich z. B. Strubes Hafer (71) am wenigsten, sein Gewichtsverhältnis war kurz nach dem Schossen wie 100 : 18,1, bei der Reife wie 100 : 11,5. Eine starke Bewurzelung dagegen hatte der Leutewitzer Gelbhafer (33) mit einem Gewichtsverhältnis von 100 : 31,6 bzw. 100 : 19,8.

Die obigen Zahlen zeigen uns auch, dass sich ein grosses absolutes und relatives Wurzelgewicht zur Zeit des Schossens sowie zur Zeit der Reife im allgemeinen einander bedingen. Ausnahmen sind jedoch vorhanden. Dies dürfte dadurch zu erklären sein, dass die Abnahme des Gewichtes vom Schossen bis zur Reife bei den einzelnen Sorten nicht gleichmässig vor sich geht, sondern bei der einen schneller, bei der anderen langsamer. Dies steht wahrscheinlich mit der Nährstoffaufnahme im Zusammenhange, insofern als die Nährstoffe verschieden leicht, mit verschiedener Schnelligkeit und in einem verschiedenen Rhythmus während der einzelnen Vegetationsprozesse aufgenommen werden. Für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen die Worte Pfeffers[14]): „Die Zeit der ausgiebigsten Produktion ist natürlich ebenso spezifisch verschieden wie der Verlauf der Aufnahme von Aschenbestandteilen.“ Auch bei den Pflanzenarten untereinander sind in dieser Beziehung Unterschiede vorhanden. So fand Heinrich[15]), dass bei Hafer

(Fortsetzung des Textes auf S. 17.)

Übersicht III.

Gewicht und Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile und der Wurzeln nach dem Schossen der Haferpflanzen.

Nr.	Sorte	Oberirdische Teile g	Wurzeln g	Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln = 100 :
1	Anderbecker	47,8	12,5	26,1
2	„	40,2	10,0	24,9
3	Australischer weisser	39,0	10,1	25,9
4	„ Port Adelaide	45,3	16,5	36,4
5	Barbachlaver	39,8	14,3	35,9
6	Bayrischer, verbesserter Gebirgshafer	34,0	10,5	30,9
7	Behrens Schlanstedter	41,0	10,0	24,4
8	Beseler II	42,9	10,4	24,2
9	Bestehorns verbesserter	41,0	10,0	24,4
10	Brie	33,2	10,1	34,2
11	Clydesdale	40,2	14,0	34,8
12	Coulommiers	28,5	12,7	44,6
13	Dänischer	48,7	17,2	35,3
14	Dollar, amerikanischer Fahnenhafer	44,4	12,7	28,6
15	Duppauer (aus Cunrau)	37,7	11,1	29,4
16	Etampes	35,0	19,0	54,3
17	Fichtelgebirgshafer (aus Bernstein)	35,5	12,5	35,2
18	Flandrischer	47,3	15,1	31,9
19	Georgien	45,1	17,8	39,5
20	Golden Fleece	36,8	10,0	27,2
21	Golden Giant amerikanischer Riesenhafer	45,0	14,1	31,3
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	43,2	13,1	30,3
23	„ „ schwarzer tartarischer	39,3	10,0	25,4
24	Heines ertragreichster	35,4	9,5	26,8
25	Heines Traubenhafer	41,9	12,8	30,5
26	Hoitling	40,3	10,0	24,8
27	Houdan	37,6	14,1	40,2
28	Hunsrücker Fahnenhafer	37,5	10,6	28,3
29	Joanette de Chenailles	43,5	15,4	35,4
30	Kanadischer	30,7	8,2	26,7
31	Kirsches	33,6	7,0	20,8
32	Kolumbus	38,3	10,0	26,1
33	Leutewitzer Gelbhafer	43,3	13,7	31,6
34	Ligowo, weisser Riesenhafer	39,5	11,0	27,9
35	Longfellow, schottischer	35,0	10,0	28,6
36	Lüneburger Kleyhafer	41,9	15,0	35,8
37	Mesdag, holländischer	36,2	7,5	20,7
38	Milton	36,0	6,9	19,2
39	Mortagne	37,8	8,0	21,2
40	Mortgage Lifter, amerikanischer*	—	—	—
41	Nackter grosser aus China*	—	—	—
42	„ kleiner Fahnenhafer*	—	—	—
43	Nassengrunder Riesenhafer	44,0	10,5	23,9
44	Nubischer Fahnenhafer	43,5	10,8	24,8

*) Für die Sammlung unzerschnitten aufbewahrt.

Nr.	Sorte	Oberirdische Teile g	Wurzeln g	Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln = 100:
45	Oderbrucher	50,7	19,0	37,5
46	Pewsumer Hammerich	43,0	12,3	28,6
47	Pfiffelbacher ertragreichster	52,8	13,7	25,9
48	„ gelber	35,6	11,5	32,3
49	Pied de mouche courte	36,4	12,4	34,1
50	Podolischer	45,2	17,0	37,6
51	Polnischer	44,2	17,2	38,9
52	Pringless Progress	36,3	10,4	28,6
53	Probsteier	46,7	13,1	28,0
54	Prolifique de Californie, schwarzer Fahnenhafer	42,7	10,5	24,6
55	„ „ „ weisser	49,0	13,2	26,9
56	Providence, schottischer	38,8	11,4	29,4
57	Riesen —, dickähriger weisser Fahnenhafer	46,0	11,4	24,8
58	Riesen —, gelber Fahnenhafer	46,8	14,8	31,6
59	Riesen-Sommerhafer	35,0	9,2	26,3
60	Rousse couronnée	37,4	13,8	36,9
61	Rügenscher*	—	—	—
62	Schottischer Angus	38,5	14,4	37,4
63	„ Berwick	35,2	15,2	43,2
64	„ Dun	45,2	22,7	50,2
65	„ Hopetown	46,0	18,5	40,2
66	„ Potato	33,5	13,0	38,8
67	Schwedischer	39,8	9.6	24,1
68	Sechsämter aus Oberrösslau	38,7	10,3	26,6
69	Shirriffs	35,4	10,3	29,1
70	Sibirischer	45,5	11,0	24,2
71	Strubes Schlanstedter	37,0	6,7	18,1
72	Svalöfs Borstlösa	40,9	11,4	27,9
73	„ Goldregen	42,4	13,1	30,9
74	„ Hoitling	46,0	12,6	27,4
75	„ Ligowo	34,7	10,3	29,7
76	Szimboradzer	34,4	8,9	25,9
77	Tartarischer schwarzer	44,6	10,8	24,2
78	„ weisser	49,4	12,7	25,7
79	Thüringer	43,1	12,9	29,9
80	Triumphhafer, amerikanischer	40,1	10,0	24,9
81	Überfluss	46,0	14,3	31,1
82	Ungarischer schwarzer	33,2	8,0	24,1
83	„ weisser	43,2	10,4	24,1
84	Victoria	42,2	11,8	28,0
85	Waterloo	41,5	13,2	31,8
86	Welcome, amerikanischer	39,8	11,7	29,4
87	Wide-Awake	41,0	10,7	26,1
88	Winterhafer	41,4	11,7	28,3
	Im Mittel	40,6	12,2	29,9

*) Für die Sammlung unzerschnitten aufbewahrt.

Übersicht IV.

Gewicht und Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile und der Wurzeln bei den reifen Haferpflanzen.

Nr.	Sorte	Oberirdische Teile g	Wurzeln g	Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln = 100 :
1	Anderbecker	59,3	8,3	14,0
2	„	54,5	8,5	15,6
3	Australischer weisser	49,0	7,6	15,5
4	„ Port Adelaide	54,4	10,6	19,5
5	Barbachlaver	58,1	12,4	21,3
6	Bayrischer verbesserter Gebirgshafer	46,5	7,1	15,3
7	Behrens Schlanstedter	55,5	8,7	15,7
8	Beseler II	58,7	7,4	12,6
9	Bestehorns verbesserter	55,4	9,8	17,7
10	Brie	48,9	11,4	23,3
11	Clydesdale	55,1	8,7	15,8
12	Coulommiers	42,8	10,3	24,1
13	Dänischer	74,0	10,7	14,5
14	Dollar, amerikanischer Fahnenhafer	62,1	11,9	19,2
15	Duppauer (aus Cunrau)	52,2	6,4	12,3
16	Etampes	54,7	12,5	22,9
17	Fichtelgebirgshafer (aus Bernstein)	60,0	8,9	14,8
18	Flandrischer	68,8	12,8	18,6
19	Georgien	64,5	11,6	18,0
20	Golden Fleece	53,6	7,3	13,6
21	Golden Giant, amerikanischer Ricsenhafer	54,9	12,8	23,3
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	53,8	10,2	19,0
23	„ „ schwarzer tartarischer	59,8	9,3	15,6
24	Heines ertragreichster	56,7	9,6	16,9
25	„ Traubenhafer	55,2	7,6	13,8
26	Hoitling	59,2	8,3	14,0
27	Houdan	55,4	13,0	23,5
28	Hunsrücker Fahnenhafer	62,4	11,9	19,1
29	Joanette de Chenailles	70,2	11,8	16,8
30	Kanadischer	69,8	9,6	13,8
31	Kirsches	49,0	7,9	16,1
32	Kolumbus	75,7	9,0	11,9
33	Leutewitzer Gelbhafer	49,0	9,7	19,8
34	Ligowo weisser Riesenhafer	64,2	9,2	14,3
35	Longfellow, schottischer	56,4	12,6	22,3
36	Lüneburger Kleyhafer	55,2	6,5	11,8
37	Mesdag, holländischer	48,7	6,2	12,7
38	Milton	58,0	8,4	14,5
39	Mortagne	66,0	12,0	18,2
40	Mortgage Lifter, amerikanischer	54,5	12,3	22,6
41	Nackter grosser aus China	58,0	12,2	21,0
42	„ kleiner niedriger Fahnenhafer	66,0	11,0	16,6
43	Nassengrunder Riesenhafer	61,9	10,0	16,2
44	Nubischer Fahnenhafer	62,2	10,3	16,6
45	Oderbrucher	53,8	13,2	24,5

Nr.	Sorte	Oberirdische Teile g	Wurzeln g	Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln = 100 :
46	Pewsumer Hammerich	57,2	11,7	20,5
47	Pfiffelbacher ertragreichster	54,0	8,3	15,4
48	„ gelber	64,0	8,7	13,6
49	Pied de mouche courte	56,4	12,9	22,9
50	Podolischer	54,0	9,5	17,6
51	Polnischer	53,4	10,3	19,3
52	Pringles Progress	55,6	7,6	13,7
53	Probsteier	52,3	7,6	14,5
54	Prolifique de Californie, schwarzer Fahnenhafer	55,5	10,2	18,4
55	„ „ „ weisser	55,4	10,7	19,3
56	Providence, schottischer	63,4	10,4	16,4
57	Riesen—, dickjähriger weisser Fahnenhafer	64,7	10,2	15,8
58	„ gelber Fahnenhafer	54,4	10,8	19,9
59	„ Sommerhafer	59,7	8,8	14,7
60	Rousse couronnée	60,8	14,7	24,2
61	Rügenscher	59,0	7,4	12,5
62	Schottischer Angus	61,4	11,8	19,2
63	„ Berwick	52,6	12,6	24,0
64	„ Dun	60,2	15,6	25,9
65	„ Hopetown	47,8	13,5	28,2
66	„ Potato	61,3	14,2	23,2
67	Schwedischer	53,4	6,7	12,5
68	Sechsämter aus Oberrösslau	49,0	8,0	16,3
69	Shirriffs	61,9	11,7	18,9
70	Sibirischer	66,2	10,2	15,4
71	Strubes Schlanstedter	58,5	6,7	11,4
72	Svalöfs Borstlösa	63,5	8,7	13,7
73	„ Goldregen	63,5	10,4	16,4
74	„ Hoitling	56,0	6,7	12,0
75	„ Ligowo	56,9	9,0	15,8
76	Szimboradzer	52,0	8,4	16,2
77	Tartarischer schwarzer	49,8	9,6	19,3
78	„ weisser	59,2	10,5	17,7
79	Thüringer	60,0	13,4	22,3
80	Triumphhafer, amerikanischer	51,5	8,4	16,3
81	Überflusshafer	48,5	5,3	10,9
82	Ungarischer schwarzer	41,9	7,3	17,4
83	„ weisser	50,5	10,3	20,4
84	Victoria	50,0	6,8	13,6
85	Waterloo	51,8	6,7	12,9
86	Welcome amerikanischer	47,8	8,4	17,6
87	Wide-Awake	42,5	4,5	10,6
88	Winterhafer	58,5	10,8	18,5
	Im Mittel:	56,8	9,8	17,3

(ohne Namennennung) die Nährstoffaufnahme durch die Wurzel ungefähr zur Zeit des Schossens abgeschlossen ist, und dass von da an nur eine Translokation der Stoffe stattfindet. Auch bei der Gerste und dem Weizen ist die Mineralstoffaufnahme lange vor dem Ausreifen beendet. Anders verhält es sich bei der Kartoffel[16]), hier hält die Nährstoffaufnahme bis zur Ernte an.

Es dürfte wohl nicht ohne Interesse sein, wenn die obigen Ergebnisse über die Bewurzelungsfähigkeit der Sorten mit anderen einwandsfreien verglichen werden könnten. Leider sind aber, wie schon eingangs erwähnt, trotz der zahlreichen Untersuchungen und Studien über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen derartige Untersuchungen nur in ganz vereinzelten Fällen vorgenommen worden.

So stellte Hosäus[17]) bei drei Hafersorten, die ebenfalls unter gleichen Boden- und Vegetationsverhältnissen in Töpfen gezogen worden waren, das Gewicht und das Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile und der Wurzeln fest. Mit Ausnahme eines zeitweiligen Begiessens und Ausziehens des Unkrautes wurde den Versuchspflanzen keine besondere Pflege zuteil. Die Auswaschung der Wurzeln geschah leider nur zur Zeit der Reife. Hosäus kam zu folgendem Ergebnisse:

Entwicklungsstadium: Reife.

Potato-Hafer (66).

Das Gewicht der lufttrockenen Wurzeln betrug	4,8	*g*
„ „ „ „ oberirdischen Teile betrug .	21,5	„
„ „ des Samens betrug	6,4	„

Gabelhafer.

Die lufttrockenen Wurzeln wogen	10,4	*g*
„ „ oberirdischen Organe wogen	74,0	„
Der Same wog	27,0	„

Weisser australischer Hafer (3).

Die lufttrockenen Wurzeln wogen	5,0	*g*
„ ges. „ oberirdischen Teile wogen	41,0	„
Der Same wog	10,0	„

Bei dem Potato-Hafer verhält sich demnach das Gewicht der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln wie 100 : 22,3; bei dem Gabelhafer wie 100 : 14 und bei dem weissen australischen Hafer wie 100 : 12,2.

Hosäus sagt: „Ob diese Schwankungen durch die Sorte bedingt werden und einigermassen konstant sind oder ob sie auf äusseren Einflüssen beruhen, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Es bedarf weiterer Beobachtungen, um ein Urteil hierüber zu gewinnen.“

Heute nach Verlauf von ungefähr 40 Jahren sollen diese bis dahin noch nicht genügend sicheren und gewürdigten Ergebnisse von Hosäus zum ersten Male in einen Vergleich gezogen werden. Unter unseren Versuchssorten befanden sich zufälligerweise ebenfalls der Potato-Hafer und

der weisse australische Hafer. Es verhielten sich die oberirdischen Teile zu den Wurzeln dem Gewichte nach bei dem Potato-Hafer

nach Hosäus wie 100 : 22,3
„ Verfasser wie 100 : 23,2,

bei dem weissen australischen Hafer

nach Hosäus wie 100 : 12,2
„ Verfasser wie 100 : 15,5.

Es ist in die Augen fallend, dass in beiden Fällen bei dem Potato-Hafer fast genau dasselbe Gewichtsverhältnis gefunden wurde; es ergab sich nur ein Unterschied von 0,9 %. Bei dem weissen australischen Hafer wichen die Gewichtsverhältnisse auch nicht erheblich von einander ab, obgleich sie ja nicht so genau übereinstimmten, wie bei dem Potato-Hafer. Diese Resultate sind um so auffälliger und sicherer, als Hosäus nur je drei Pflanzen in wenig kleineren Gefässen, die mit Gartenerde gefüllt waren, kultiviert hatte, während bei unseren Versuchen in einem Gefässe, das mit sterilem, künstlich gedüngtem Sande angefüllt war, je 10 Pflanzen gewachsen waren. Nach diesen beiden Ergebnissen dürfte wohl die Vermutung nahe liegen, dass die Bewurzelungsfähigkeit bei den Sorten untereinander verschieden, bei der einzelnen Sorte aber relativ konstant und daher samenbeständig, also Sortencharakter, Sorteneigentümlichkeit, ist. Jeder Zweifel an einer verschieden grossen Bewurzelungstähigkeit der Hafersorten wird durch einen Blick auf Taf. I, Fig. 2 gehoben.

Ausser Hosäus hat noch Opitz[18]) Erhebungen über die Bewurzelungsfähigkeit zweier Hafersorten angestellt. Opitz, der jedesmal sechs Hafer pflanzen untersuchte, kam zu folgendem Ergebnisse:

Entwicklungsstadium: Schossen.

Beseler Hafer II.

Gewicht der lufttrockenen Wurzeln	. . . . .	3,904 *g*
„ „ oberirdischen Teile	. . . . .	34,50 „

Leutewitzer Gelbhafer.

Gewicht der lufttrockenen Wurzeln	. . . . .	3,146 *g*
„ „ oberirdischen Teile	. . . . .	32,60 „

Entwicklungsstadium: Reife.

Beseler Hafer II.

Gewicht der lufttrockenen Wurzeln	. . . . .	2,748 *g*
„ „ oberirdischen Teile	. . . . .	53,20 „

Leutewitzer Gelbhafer.

Gewicht der lufttrockenen Wurzeln	. . . . .	2,44 *g*
„ „ oberirdischen Organe	. . . . .	53,20 „

Auch diese beiden Hafersorten waren Gegenstand unserer Untersuchungen. Die von Opitz berechneten Zahlen sollen daher mit den unserigen verglichen werden.

Es war das Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln:

Entwicklungsstadium: Schossen.

Beseler II.

Nach Opitz wie 100 : 11,3
„ Verfasser wie 100 : 24,2

Leutewitzer Gelbhafer.

Nach Opitz wie 100 : 9,8
„ Verfasser wie 100 : 31,6

Entwicklungsstadium: Reife.

Beseler II.

Nach Opitz wie 100 : 5,3
„ Verfasser wie 100 : 12,6

Leutewitzer Gelbhafer.

Nach Opitz wie 100 : 4,6
„ Verfasser wie 100 : 19,8

Wir haben hier also zwei ganz voneinander abweichende Resultate vor uns. Es ist nun die Frage, wodurch sind diese Verschiedenheiten in dem Gewichtsverhältnis bei diesen beiden Hafersorten veranlasst worden. Der verschiedene Boden und die verschiedenartige Trocknungsmethode von Opitz einerseits und vom Verfasser andererseits können derartig hohe Unterschiede wohl nicht verschuldet haben. Opitz trocknete die geerntete Pflanzenmasse im Trockenschrank bei 60—70° und wog die lufttrockene Substanz nach 24 stündigem Stehen an der Luft. Verfasser trocknete dagegen, wie Hosäus, Wurzeln und oberirdische Teile mehrere Wochen in einem gleichmässig temperierten Zimmer. Die Wurzeln und oberirdischen Teile unserer Versuchspflanzen waren beim Bestimmen des Gewichtes vollständig trocken. Die Wurzeln und Halme von Opitz mussten doch nach dem 24 stündigen Liegen an der Luft ungefähr denselben Feuchtigkeitsgehalt aufweisen, wie unsere. Erklärlich wird die so überaus kleine Wurzelausbeute von Opitz vielleicht, wenn man seine Methode der Wurzelgewinnung berücksichtigt. Er verwandte nämlich eine Art Erdbohrer, der aus einem hohlen Zylinder von starkem Eisenblech bestand und der in die Erde eingetrieben wurde. Opitz sagt, dass die ganze Wurzelmasse der von dem Zylinder umschlossenen Pflanzen unmöglich gewonnen werden konnte, weil die schräg nach abwärts wachsenden Wurzeln von dem scharfen Rande abgeschnitten wurden. Er betont aber, dass andererseits als Ersatz für diesen Verlust eine grosse Menge von Wurzelfasern benachbarter Pflanzen sich mit in jedem Bohrkerne befanden. Allerdings kann auf diese Weise ein Ausgleich stattfinden, aber Differenzen entstehen wohl dabei immer. Ferner wurden die Wurzeln nur bis zu 50 *cm* Tiefe ausgewaschen, während doch gerade bei einer stärkeren Bewurzelung, wie es z. B. der Leutewitzer Gelbhafer besitzt, die Wurzeln, wenn sie im Freien wachsen, teil-

weise auch in grössere Tiefen eindringen werden. Opitz sagt selber, dass nach Hellriegel, von Seelhorst, Schultz-Lupitz u. a. m. sich die Getreidewurzeln noch bei 115, 135, 140 *cm* Tiefe finden. Kraus gibt sogar 220 *cm* als äusserste Grenze an. Allerdings dürfte wohl eine derartig grosse Tiefenerstreckung nur auf Sandboden mit lockerem Untergrunde vorkommen. Hierin dürfte wohl aber weniger die Fehlerquelle zu suchen sein. Besonders kommt in Betracht, dass der Boden ausserordentlich bündig war, und dass ein druckkräftiger Wasserstrahl, der der Auswaschung diente, zahlreiche Wurzelfasern mit sich fortgerissen hatte. Wenn auch diese losgetrennten Fasern aus der teigigen Masse und aus dem Schutzsiebe auf das Sorgsamste gesammelt wurden, so weiss Verfasser von seinen fast 500 Wurzelauswaschungen her zur Genüge, dass bei einem Zerreissen des Wurzelsystems Verluste nie zu vermeiden sind. Überhaupt ist ein bündiger Boden für derartige Wurzeluntersuchungen wenig geeignet, weil er ziemlich fest an den Wurzeln haftet und infolgedessen beim Auswaschen die Wurzeln häufig zerrissen werden. Bei Verwendung von Sandboden dagegen lässt sich die gesamte Wurzelmasse völlig zusammenhängend und ohne Verluste gewinnen. Vielleicht dürften sich hieraus die grossen Verschiedenheiten in dem Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile und der Wurzeln erklären.

2. Bewurzelungsfähigkeit und Wurzelvermögen.

In der Übersicht VII auf S. 36 u. 37 sind die 88 Hafersorten nach ihrer relativen Bewurzelungsfähigkeit zur Zeit der Reife geordnet. Der Wide-Awake (87) mit seiner geringsten Bewurzelungsfähigkeit (100 : 10,6) eröffnet die Übersicht, die Aufschluss über das prozentuale Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln gibt, während der schottische Hopetown (65) mit seiner relativ grössten Wurzelmenge (100 : 28,2) dieselbe abschliesst. Bei der erstgenannten Hafersorte genügten 4,5 *g* lufttrockene Wurzeln, um 42,5 *g* lufttrockene oberirdische Teile zu produzieren; dagegen brachten beim Hopetown 13,5 *g* lufttrockene Wurzeln nur 47,8 *g* lufttrockene oberirdische Organe zur Entwicklung, ein Beweis dafür, dass die Wurzeln des Wide-Awake bei einer wesentlich kleineren Wurzelmassenentwicklung imstande waren, viel mehr oberirdische Substanz bilden zu helfen als die Wurzeln des Hopetown. Das relative Vermögen der Wurzeln, der Pflanze Stoffe zum Bau ihrer oberirdischen Organe zuzuführen, mit anderen Worten das Mafs ihrer Arbeitsleistung, ist also bei den einzelnen Hafersorten sehr voneinander verschieden.

Wir kommen damit wieder auf die bereits erwähnte Arbeit des Hosäus zurück. In seinen Forschungen über Bewurzelung fand Hosäus [19]) bei einigen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen ein sehr von einander abweichendes Gewichtsverhältnis der oberirdischen Substanz zu den Wurzeln. Diese Erscheinung erklärt Hosäus damit, dass eine relativ geringere Wurzelmasse in höherem Mafse befähigt sei, die mineralischen Nährstoffe

des Bodens aufzunehmen als eine relativ grössere. Diese Fähigkeit nennt Hosäus „Wurzelvermögen“, und er sagt: „Dieses Wurzelvermögen nimmt in demselben Verhältnis zu, wie die Bewurzelungsfähigkeit abnimmt.“

Opitz[20]) kritisiert diese Arbeit, indem er darauf hinweist, dass diese feine Unterscheidungsweise in Bewurzelungsfähigkeit und Wurzelvermögen nicht allgemein anzuwenden sei, weil dann z. B. der Luzerne und Lupine wegen ihrer starken Bewurzelung und ihres relativ hohen Wurzelgewichtes wohl eine grosse Bewurzelungsfähigkeit, aber ein geringes Wurzelvermögen zuerkannt werden müsste, wogegen das starke Aufschliessungsvermögen dieser Pflanzen aber allgemein bekannt sei. Dagegen müssten die Runkelrüben mit ihren wenigen feinen und kurzen Saugfasern, wobei er die nährstoffaufspeichernde Pfahlwurzel bei der Nahrungsaufnahme nicht in Betracht kommen lässt, ein sehr hohes Wurzelvermögen besitzen.

Opitz sagt ferner, dass die Wurzeltätigkeit anspruchsvoller Pflanzenarten zweifellos viel weniger intensiv sei, als die bescheidener, noch unter ärmeren Ernährungsverhältnissen gedeihenden, und dass jene unter Umständen aus dem Grunde mit einer relativ geringeren Wurzelmasse auskommen, weil sie, wie z. B. die Zuckerrübe, alle Nährstoffe fast überreichlich vorfinden, während dagegen diese die Nahrung mühsam suchen müssen. Auch spiele nach seiner Meinung die Vegetationsdauer bei diesen Vorgängen eine grosse Rolle, indem Pflanzen mit längerer Vegetationsdauer, wie z. B. die Kartoffel, sehr gut mit einer geringen Wurzelmasse auskommen können als solche, denen, wie der Lein, eine kürzere Vegetationszeit beschieden sei. Bei diesem müsse die Produktionsarbeit auf eine viel kürzere Periode zusammengedrängt werden, als bei jener. Opitz warnt daher vor der kritiklosen Anwendung des Begriffs Wurzelvermögen und sagt, dass man auf die schiefe Ebene kommen müsse, wollte man mit Hosäus ganz verschiedenartige Pflanzen nach der quantitativen Ausbildung ihres Wurzelsystems miteinander vergleichen.

Stellen wir einmal ähnliche Betrachtungen bei unseren Hafersorten an. Man sollte eigentlich annehmen, dass die Fähigkeit der Haferwurzeln den Boden aufzuschliessen und die mineralischen Nährstoffe aufzunehmen, woraus erst eine grössere bzw. schnellere Produktion an grüner Masse oder Körnern resultieren könnte, mit der Grösse der funktionsfähigen Wurzelteile im Zusammenhange stände, und dass daher das Wurzelvermögen mit dem relativen Wurzelgewichte zunähme. Hierbei dürfen wir wohl als sicher voraussetzen, das die funktionsfähigen Teile des Wurzelsystems mit der Zunahme des absoluten Wurzelgewichts bei den Sorten untereinander ebenfalls zunehmen. Demnach müssten gerade unsere produktiven Hafersorten die relativ grösste Wurzelmasse aufweisen.

Ferner müsste nach den obigen Darlegungen von Opitz mit der Länge der Vegetationsdauer die Produktionsfähigkeit bei Sorten mit einer gleichen Bewurzelungsfähigkeit ebenfalls steigen. Auf diese beiden Punkte wird in dem Kapitel: „Kornerträge, Vegetationsdauer und Bewurzelungs-

fähigkeit“ auf S. 32 näher eingegangen werden. Hier sei nur im voraus erwähnt, dass es sich nicht so verhält.

Selbst zugegeben, dass der Satz von dem Bewurzelungsvermögen eine gewisse Einschränkung für bestimmte Pflanzen erleidet, so hat doch auch die Überlegung Geltung, dass bei Pfahlwurzelern, zu denen die Leguminosen gehören, hauptsächlich nur Nebenwurzeln an der Aufschliessung der mineralischen Nährstoffe im Boden und an der Nährstoffaufnahme beteiligt sind. Bei den Nebenwurzeln beschränkt sich nun die Aufnahme des Nährwassers wiederum vornehmlich auf die behaarte Region. Die älteren Wurzelteile dagegen, zumal auch die Pfahlwurzeln mehrjähriger Pflanzen, sind später an der Aufschliessung und Wasseraufnahme nicht mehr beteiligt. Ihre Epidermis verkorkt sich, das Dickenwachstum nimmt zu, ihre Leitungsbahnen werden vermehrt; sie dienen dann fast ausschliesslich der Befestigung, der Wasserleitung und als Reservestoffbehälter. Die Pfahlwurzeln haben aber einen grossen Anteil an dem Gewicht des ganzen Wurzelsystems. Nach Untersuchungen vom Verfasser[21]) betrug der Anteil der Pfahlwurzeln am ganzen Wurzelsystem:

Bei Rotkleepflanzen zur Zeit der ersten Blüte	18,5 %
„ älteren Rotkleepflanzen nach dem ersten Schnitte . .	50,1 „
„ der Esparsette zur Zeit des ersten Schnittes . . .	19,9 „
„ „ „ einige Zeit nach dem ersten Schnitt .	30,3 „
„ „ Serradella zur Zeit der ersten Vollblüte . . .	16,1 „

Es ist daher wahrscheinlich, dass bei den Pfahlwurzelern das Wurzelvermögen mit der Menge der Nebenwurzeln näher im Zusammenhange steht. Opitz bestätigt diesen Gedanken mit seinen Auslassungen über Runkelrübenwurzeln; lässt er doch dort auch nur die Nebenwurzeln für das Wurzelvermögen in Betracht kommen. Überlegt man die Schlussfolgerungen aus den Arbeiten von Hosäus und von Opitz, so muss zugegeben werden, dass beide Forscher von demselben Gedanken geleitet, trotz innerer Widersprüche dieselben Resultate zeitigten.

Die Ursache des Wurzelvermögens beruht, wie wir wohl mit Sicherheit annehmen dürfen, auf der Fähigkeit der Wurzeln, Säuren auszuscheiden. Mit Ausnahme der Kohlensäure sind wir aber über die Natur dieser Säuren bis auf heute noch nicht genügend unterrichtet. Die Meinungen hierüber gehen sehr auseinander.

Erst in neuerer Zeit bieten uns die Arbeiten von Molisch[22]) und Czapek[23]) scheinbar wichtige Gesichtspunkte. Molisch hat nachgewiesen, dass die Wurzel durch ihr Sekret auch organische Körper angreift, wobei es sich nicht nur um eine blosse Auflösung, sondern um eine tatsächlich chemische Umwandlung handelt. Czapek fand, dass Rötung des Lackmuspapiers und Korrosion von Gesteinen durch Wurzelsekrete auf die Wirkung zweier Substanzen zurückzuführen ist, nämlich des primären Kaliumphosphates, welches die saure Reaktion zeigt, und vor allem der Kohlensäure, welche den Hauptanteil an den Ätzungserscheinungen hat. Allerdings sollen unter Vermittlung des Monokaliumphosphates auch ganz

kleine Mengen von Mineralsäuren ausgeschieden werden, z. B. Salzsäure, Phosphorsäure und Ameisensäure, die bei anhaltender Berührung mit Bodenmassen ebenfalls lösend und zersetzend einwirken können. Diese Gesichtspunkte bedürfen allerdings noch der Bestätigung.

Auch finden wir die Ansicht vertreten, dass die aufschliessenden Eigenschaften der Wurzeln zum grössten Teile durch die infolge der Atmung ausgeschiedene Kohlensäure hervorgerufen wird. Vertreter dieser Ansicht ist neben Czapek auch Jost[24]); während nach Prianischnikow[25]), Kunze[26]), Knop und Lemmermann[27]) auch andere Säuren dabei beteiligt sind.

Ebenso wie über die Natur, so wissen wir auch über die Menge derjenigen Stoffe, die neben der Kohlensäure von den Wurzeln ausgeschieden werden, wenig Positives.

Lemmermann[28]) untersuchte in neuerer Zeit den Säuregrad des Wurzelsaftes unserer landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und fand, dass er bei den Leguminosen höher ist, als bei den Gramineen. Infolge dieser stärkeren Wurzelazidität besitzen die Leguminosen wahrscheinlich die Fähigkeit, auch noch diejenigen Stoffe aufzuschliessen, die den Gramineen wegen ihrer Schwerlöslichkeit nicht mehr oder doch schwerer zugänglich sind. Nach demselben Autor soll dieser scheinbare Mangel bei den Gramineen einerseits durch das reichverzweigte Wurzelsystem, andererseits durch eine energische Transpirationsfähigkeit ausgeglichen werden.

Koenig und Haselhoff[29]) wiesen durch Gefässversuche mit künstlichen Bodengemischen nach, dass die Leguminosen in der Tat die schwerlöslicheren Formen der Nährstoffe besser als die Getreidearten ausnützen.

Nach Analysen von Dyer[40]) besitzen die Leguminosen und Kruziferen ein grösseres Aufschliessungsvermögen als die Gramineen, Kompositen und Solanaceen. Die erste Gruppe dieser Familie hatte ca. 1 % lösliche Säuren in ihren Wurzeln, die zweite Gruppe dagegen ein wenig mehr als die Hälfte.

Auch Kunze[30]) hat eine grosse Zahl verschiedener Pflanzen bezüglich der Säureausscheidung geprüft. Er fand, dass raschwüchsige Pflanzen von relativ kürzerer Vegetationsdauer eine stärkere Sekretabsonderung besitzen. Unter den Gräsern wies er bei Hafer und Roggen eine starke, bei Gerste und Weizen dagegen eine geringere Sekretabsonderung nach. Die ersteren können daher auch dürftigerem Boden noch reichliche Nährsalzmengen entziehen, während die letzteren nur auf tiefgründigem, nährsalzreichem Boden zu gedeihen vermögen. Dazu kommt noch, dass nach den Untersuchungen bewährter Forscher, wie Heinrich[31]), Hellriegel[32]), Haberlandt[33]), Nowacki[34]) und v. Seelhorst[35]), Hafer und Roggen eine stärkere Bewurzelungsfähigkeit besitzen als Weizen und Gerste.

Kunze[36]) fand ferner, dass der Säuresaft nicht nur bei den verschiedenen Pflanzenarten, sondern auch bei den verschiedenen Pflanzensorten untereinander einen verschiedenen Säuregrad besitzt. So zeigte eine Hafersorte (ohne Namennennung) eine starke Rötung des Lackmuspapiers, Wiesenhafer dagegen eine schwache und Strandhafer gar keine. Ohne es genau zu wissen, dürfen wir wohl annehmen, dass auch bei den einzelnen Sorten

einer Art Unterschiede bei den ausgeschiedenen Säuren bestehen und dass daher die einzelnen Sorten die Fähigkeit besitzen, die mineralischen Nährstoffe im Boden in verschieden hohem Maſse aufzuschliessen und demnach aufzunehmen.

Pistohlkors [37]) ist der Meinung, dass die Stärke der aufschliessenden Kraft von der Grösse der Säureausscheidung abhängig ist, und dass diese bei den mehrjährigen Pflanzen wohl durch die grössere Dauer, nicht aber durch die Intensität ihres Angriffs den einjährigen Pflanzen überlegen ist.

Die Pflanzenwurzeln unterscheiden sich nicht nur durch ein verschiedenes Wurzel-, sondern auch, wie Th. de Saussure zuerst feststellte, durch ein verschiedenes Wahlvermögen. Belege hierfür liefern die Aschenanalysen von E. Wolff [38]), ferner diejenigen von Liebig [39]) und in neuerer Zeit von J. König [40]).

Ganz neu sind auch die Ansichten, dass manchen Pflanzen, wozu auch unsere Getreidearten zu rechnen sind, die Phosphorsäure der Phosphorite ziemlich unzugänglich ist, während dagegen andere, wie Buchweizen, Lupine, Erbse, Senf, in ihren Wurzeln eine energische Absorptionsfähigkeit für Phosphate haben.

Wir sehen also, dass im allgemeinen diese Fragen noch wenig geklärt sind. Ein grosses, noch nicht genügend bearbeitetes Gebiet bietet sich hier dem Forschungstriebe.

3. Bedeutung und Wert einer relativ grossen Wurzelmasse für die Produktionsfähigkeit der Pflanze auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren.

Bekanntlich sind unsere Zerealien Büschelwurzeler und Flachwurzeler, sie verbreiten sich mit ihren Wurzeln mehr an der Oberfläche des Erdbodens, in der Ackerkrume, als Tiefwurzeler. Die Flachwurzeler mit ihrem ausgedehnten Nebenwurzelsystem und ihrer reichen Behaarung suchen mit möglichst vielen Erdteilchen in Berührung zu treten, um das kapillar im Boden haftende Wasser möglichst auszunutzen und die darin gelösten Nährstoffe aufzunehmen.

Die Wurzelausdehnung ist je nach Art des Bodens eine verschieden grosse. So berechnet Hellriegel [41]) die Gesamtwurzellänge einer Gerstenpflanze im Gartenboden auf 40 *m*, im Feldboden auf 25 *m*, bei einer Haferpflanze (ohne Namennennung) auf 38—50 *m*. Nobbe [42]), der zur Untersuchung der Wurzellängen hauptsächlich Roggen- und Weizenpflanzen benutzt hat, kommt zu ganz anderen Zahlen. Er gibt die Gesamtwurzellänge einer Weizenpflanze mit 520 *m* an.

Besonders sind es die Wurzelhaare, jene schlauchförmigen Haarbildungen, die bei unserer Frage eine Rolle spielen. In einer kurzen Zone hinter der Spitze der jüngeren Wurzeln zu Tausenden aus der Oberhaut hervorwachsend und mit der ständig in den Boden weiter vordringenden Wurzelspitze jedes Fäserchens im ewigen Entstehen und Vergehen begriffen, verteilen sie sich auf das ganze vom Wurzelsystem eingenommene Erdvolumen. Die wasseraufnehmende Fläche einer Wurzel kann auf diese

Weise durch die Haare sehr vergrössert werden. Schwarz[43]) berechnet diese Vergrösserung beim Mais auf das 5,5 fache, bei der Gerste auf das 12 fache und bei der Erbse auf das 12,4 fache.

Hesse[44]) stellte fest, dass bei den Gramineen die Haare im allgemeinen länger und dünner, bei den Papilionaceen kürzer und dicker sind, und dass die Behaarung bei den Gramineen eine bessere ist, als bei den Papilionaceen.

Sachs[45]) hebt die Bedeutung der Wurzelhaare in seinen Vorlesungen treffend hervor: „Jedes Härchen wird daher zum Zentrum einer allseitig gegen dasselbe gerichteten, nicht bloss auf mikroskopische Distanzen sich erstreckenden, sondern auch entferntere Regionen in Bewegung setzenden Strömung des adhärierenden Wassers, und für die mit Tausenden von Haaren bedeckte Oberfläche eines kleinen Wurzelstückchens resultiert daraus eine ähnliche Bewegung, welche die Wasserteilchen des Bodens radial gegen die Achse der Wurzel von allen Seiten hinführt."

Je trockener der Boden, desto dünner sind die Wasserhüllen um die Erdteilchen, desto fester haften sie, und desto grössere Ansprüche werden dann an die Wurzeln der Pflanzen gestellt. In Fällen extremer Trockenheit ist infolgedessen die Bedeutung und der Wert einer relativ grossen funktionsfähigen Wurzelmasse besonders gross. Können doch die Wurzeln dann an recht vielen Punkten der scheinbar trockenen Erde mit ihrer ganzen Energie einsetzen, so dass die Summe ihrer wasseraufnehmenden Fläche eine grosse ist. Mit anderen Worten: Eine relativ kleine Wurzelmasse genügt bei reichlichem oder mässigem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, um die Wasserbedürfnisse einer Pflanze zu befriedigen, während eine relativ grosse Wurzelmenge notwendig ist, damit die Pflanzen die Zeiten einer Dürre ohne organische Schädigungen zu überstehen vermögen.

Dazu kommt noch, dass eine im Boden reichlich verzweigte Wurzelmasse, ähnlich wie ein Schwamm, das Wasser anzieht und festhält, so dass sein Lauf nach unten mehr oder weniger gehemmt wird. Wenn wir dann auf unseren Hafer zurückkommen, so leuchtet ein, dass auf einem Felde, welches mit einer Hafersorte von relativ grosser Bewurzelungsfähigkeit bestellt ist, eine grössere Wassermenge in den oberen Schichten des Ackerbodens, besonders des Sandbodens aufgespeichert wird, als dort, wo eine Hafersorte von spärlicher Wurzelausbildung angebaut ist.

Dass schliesslich Hafersorten mit einer grossen Bewurzelungsfähigkeit tiefer in die Erde eindringen und somit den feuchteren Erdschichten und dem Grundwasser näher zu rücken vermögen, als Sorten mit einer relativ kleinen Bewurzelungsfähigkeit liegt auf der Hand.

Hieraus ist zu folgern, dass eine Haferpflanze mit einer von Natur aus starken Bewurzelungsfähigkeit imstande sein wird, auch auf trockenen Böden und in trockenen Jahren relativ hohe und sichere Erträge zu liefern, während dagegen eine Hafersorte mit einer geringeren Bewurzelungsfähigkeit nur auf feuchten Böden und in feuchten Jahren Ansprüchen auf Höchsterträge gerecht werden kann; auf trockenen Böden und in trockenen

Jahren hingegen werden ihre Ernteergebnisse hinter den Erwartungen zurückbleiben müssen.

Schon v. Wiener[46]) weist darauf hin, dass die Schuld der Wassernot, mit der so viele Landwirte zu kämpfen haben, nicht in den meteorologischen Verhältnissen und an dem Boden allein liege. Mit der Kultur erwachse auch die Notwendigkeit einer vollständigeren Beherrschung des Pflanzen- und damit auch des Wurzel-Lebens, und ist auch diese Aufgabe bewältigt, so werde der Landwirt weniger von der Willkür der Witterung abhängig sein.

Die praktische Landwirtschaft hat also in der verschiedenen Bewurzelungsfähigkeit geeigneter Getreidesorten ein mächtiges und sicheres Mittel in der Hand, um eventuellem Wassermangel abzuhelfen. Der Landwirt wird zweckmässig für leichte, trockene Böden und warme Gegenden mit wenig Regen produktive Sorten mit relativ grosser Wurzelmasse, für fette feuchte Böden und Gegenden mit reichlichen Niederschlägen dagegen wird er auch produktive Hafersorten anbauen können, deren Wurzelsystem weniger stark ausgebildet ist. Diese individuelle Nutzung der einzelnen Getreidesorten wird eine nicht unbedeutende Steigerung der Produktivität zur Folge haben.

Nach diesen Darlegungen wird man es leicht begreiflich finden, wenn ich, vorläufig allerdings mit geziemender Reserve, sage, dass manche der bisher gemachten Versuche, die eine sortenreiche Spezies nur als solche lediglich auf ihre Bewurzelungsfähigkeit, ihre Transpirationsgrösse und die für sie erforderliche Wasserkapazität des Bodens Rücksicht genommen haben, ihre Bedeutung teilweise einbüssen müssen. Nicht die verschiedenen Getreidearten unter sich allein sind es, die unser Interesse an der Bewurzelungsfähigkeit und dem damit Hand in Hand gehenden Wasserbedarf fesseln müssen, sondern auch die einzelnen Sorten der Arten.

Mögen die vorliegenden Ergebnisse und Darlegungen dazu beitragen helfen, neue Wege gangbar zu machen, der Lösung unserer modernen wirtschaftlichen Probleme, in Sonderheit der Steigerung der Bodenproduktion, einen Schritt näher zu kommen.

4. Warum liefert der Leutewitzer Gelbhafer auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren höhere Kornerträge als Beseler Hafer II?

In der freien Natur, wo die Pflanzen in sogenannten Vegetationsformen, d. h. in Gesellschaften, vereint auftreten und im Kampf ums Dasein miteinander zu konkurrieren haben, herrschen stets jene Typen vor, denen die vorliegenden Verhältnisse am besten zusagen. So verhält es sich auch auf unseren Kulturwiesen, wo durch eine verschiedene Düngung die Flora vollständig verändert wird. Eine Stickstoffdüngung z. B. fördert hier das Wachstum der Gramineen, eine Kali-Phosphorsäuredüngung dagegen das der Leguminosen. Aber auch bei unseren Zerealien stellen nicht nur die Arten untereinander, sondern auch die einzelnen Sorten

zuweilen ganz verschiedene Ansprüche an die Düngung sowie an die physikalische Beschaffenheit, die Lage und besonders den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.

Um die Wechselwirkung verstehen und die Sonderansprüche der einzelnen Sorte berücksichtigen zu können, werden wir nach den Ursachen eines solchen verschiedenen Verhaltens suchen müssen. Wir werden zu diesem Zwecke nicht nur auf den Boden unser Augenmerk zu richten haben, sondern wir werden besonders auch nach den physiologischen und morphologischen Eigenschaften der Pflanzen forschen müssen. Zwei anderwärts angestellte Untersuchungen veranlassten mich, der vorliegenden Frage näher zu treten.

So sucht Liebscher[47]) die Frage zu beantworten: „Warum bzw. vermöge welcher Eigenschaften übertraf der Petkuser Roggen die anderen Sorten so allgemein im Kornertrage?“ Liebscher kommt zu dem Ergebnis, dass die praktische Überlegenheit des Petkuser Roggens nicht auf einer ihm durch Standort oder Zuchtwahl angezüchteten Wüchsigkeit beruhe; er zeichne sich vielmehr durch eine grosse Winterfestigkeit aus, weswegen er im Ertrage so sicher sei. Eine zweite wichtige Eigenschaft dieser Roggensorte sei seine Fähigkeit haushälterisch mit dem Wasser umzugehen. Die Ursachen seiner dritten wichtigen Eigenschaft, nämlich verhältnismässig wenig Stroh und viel Körner zu produzieren, sucht Liebscher in den morphologischen Eigenschaften, die man deshalb bei der Roggenzüchtung beachten müsse. Er kommt im Laufe seiner Untersuchungen zu der Vermutung, dass der Petkuser Roggen die anderen Sorten wohl deshalb im Prozentgehalte an Korn übertreffen dürfte, weil er verhältnismässig viel Halme mit einer geringen Zahl Internodien bildet.

Remy[48]) sucht eine ähnliche Frage zu beantworten, nämlich warum unter den Gerstensorten die Hannagerste auf leichteren Böden besser gedeiht, als die Goldthorpegerste. Den Grund für das verschiedene Verhalten dieser beiden Gerstensorten auf gleichem Boden sucht Remy in ihrem Verhalten gegen Nahrung und Wasser. Das Ergebnis seiner mühsamen Arbeiten war nach seinen eigenen Worten ein negatives. Es zeigte sich, dass man den Grund für die Genügsamkeit der Hannagerste nicht in ihren geringeren Nahrungs- und Düngungs-Ansprüchen suchen darf. Auch seine Gefässversuche, die er anstellte, um Aufschlüsse über die Wasserbedürftigkeit dieser Gerstensorten zu erlangen, ergaben keine greifbaren Resultate. Remy hofft, dass diese Frage durch Gefässversuche gelöst werden kann. denn er schreibt: „Trotz der bisherigen Misserfolge liegt kein Grund vor, an der Möglichkeit zu zweifeln, die Wechselbeziehungen zwischen Wassernutzwirkung, Gestalt und Leistungen der Sorten und Individuen durch Vegetationsversuche zu klären. Welchen ungeheuer wichtigen Dienst wir dadurch der Landwirtschaft leisten würden, ergibt sich aus der Erwägung, dass vor dem Kulturtechniker der Pflanzenzüchter berufen ist, die Nachteile der Dürren einzuschränken. Die Möglichkeit der Ackerbewässerung

bleibt auf einen verschwindenden Bruchteil deutschen Bodens beschränkt, der Pflanzenzüchter kann überall helfen, indem er Sorten schafft, die:

1. mit wenig Wasser viel Pflanzenmasse bilden;
2. rücksichtlich ihrer Bedarfsverteilung möglichst günstig gestellt sind, d. h. deren Bedarf sich möglichst gleichmässig über einen langen Zeitraum verteilt oder in tunlichst früher Jahreszeit gedeckt wird;
3. vermöge eines bedeutenden Wurzeltiefganges die Wasservorräte des Bodens bis zu einer bedeutenden Tiefe auszunützen vermögen."

Auf diese Untersuchungen Liebschers und Remys beziehe ich mich im Anschluss an meine Resultate vom Leutewitzer Gelbhafer später noch einmal.

Im folgenden will ich versuchen, eine ähnliche Frage zu beantworten, nämlich: „Warum liefert der Leutewitzer Gelbhafer auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren höhere Erträge als Beseler Hafer II?" Ich gehe von den vierjährigen Haferanbauversuchen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft von den Jahren 1901—1904 aus[49]). Dort wird gesagt: „Mit grosser Deutlichkeit zeigen alle Übersichten ein verschiedenes Verhalten der Sorten zueinander in den Jahren 1901 und 1904 einerseits und den Jahren 1902 und 1903 andererseits. Die ersten beiden Jahre sind, wie das schon in der kurzen Kennzeichnung des Witterungsverlaufes hervorgehoben ist, als trockene, die beiden anderen Jahre als feuchte bzw. normale Jahre zu bezeichnen.

In den trockenen Jahren 1901 und 1904 zeichnet sich durch hohe Kornerträge vor allen anderen Sorten der Leutewitzer Gelbhafer aus; er steht in beiden Jahren an erster Stelle. — Diese Hafersorte scheint also mehr als jede andere der geprüften Sorten länger anhaltende Trockenperioden vertragen zu können, obwohl sie weder von trockenem Boden, noch von trockenem Klima stammt. Man kann zunächst annehmen, dass ihr Wasserbedürfnis im ganzen besonders gering ist; dafür, dass sie vielleicht die Winterfeuchtigkeit durch schnelleres Wachstum in der ersten Entwicklungsperiode besser auszunutzen verständen als die anderen Sorten, geben die vorliegenden Beobachtungen keinen irgendwie sicheren Anhalt. Die Gesamtentwicklung geht ja etwas schneller von statten als bei verschiedenen anderen Hafersorten, doch reichen die hier beobachteten Unterschiede bei weitem nicht aus, um das abweichende Verhalten in den trockenen Jahren zu erklären. Das werden die später zu besprechenden Ermittelungen über den Verlauf der Entwicklung der Sorten zeigen. *Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Besonderheiten in der Wurzelentwicklung des Leutewitzer Gelbhafers eine Erklärung für sein Verhalten in trockenen Jahren finden lassen; mit Bestimmtheit ist darüber noch nichts zu sagen.* In feuchteren Jahren wird der Leutewitzer Gelbhafer von mehreren anderen Sorten im Körnerertrage übertroffen; so steht der im Jahre 1902 an vierter, im Jahre 1903 sogar an drittletzter Stelle."

Beseler Hafer II verhält sich dagegen bei extremen Witterungsverhältnissen gerade entgegengesetzt, was auch aus den Arbeiten der

Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft[50]) hervorgeht: „In den mehr oder weniger normalen Jahren 1902 und 1903 steht er Strubes Hafer im Ertrage sehr nahe, in den trockenen Jahren 1901 und 1904 dagegen gab er wesentlich geringere Erträge; im letzteren nahm er erst die vorletzte Stelle ein. Beseler II ist ohne Frage eine sehr wasserbedürftige Sorte, die nur dann ihre hohe Kornertragsfähigkeit zur Entwicklung bringen kann, wenn sie nicht unter Wassermangel zu leiden hat. In feuchteren Lagen gibt sie hohe Erträge, die in den Versuchen nur durch Strubes Hafer übertroffen werden."

Ich habe mir im Anschluss an die erwähnten Wurzeluntersuchungen die Aufgabe gestellt, dieses so rätselhafte Verhalten des Leutewitzer Gelbhafers und Beselers Hafer II einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen.

Um für eine eventuelle Behauptung, dass sich der Leutewitzer Hafer durch ein schnelleres Wachstum in der ersten Entwicklungsperiode auszeichne, einen Beweis liefern zu können, sollen meine Vegetationsbeobachtungen an dem Leutewitzer Hafer mit denjenigen an fünfzehn anderen Sorten verglichen werden. Wie aus dem Vegetationsprotokoll zu ersehen ist, ging der Leutewitzer Gelbhafer am vierten Tage nach der Saat auf. An demselben Tage erschien auch Beseler II; die übrigen Sorten erschienen alle am 4. oder 5. Tage. Hierin zeigt er also kein verschiedenes Verhalten gegenüber den anderen Sorten; allerdings gehörte er ja zu den früher aufgehenden Sorten. Von der Saat bis zum Schossen brauchte der Leutewitzer 47 Tage, Beseler II dagegen 49 Tage. Es macht sich hier ein Unterschied von zwei Tagen zugunsten des ersteren bemerkbar; weil aber unsere einheimischen Sorten alle während der Zeit vom 46. bis zum 49. Tage nach der Saat schossten, so ist auch daraus auf eine Erklärung nicht zu schliessen.

Ich lasse auf S. 30 eine Übersicht V über das Längenwachstum dieser fünfzehn Hafersorten folgen, um zu untersuchen, ob sich vielleicht dabei der Leutewitzer Gelbhafer von den anderen Sorten unterscheidet.

Wir sehen aus dieser Übersicht, dass das Längenwachstum der Haferpflanzen vor dem Hervortreten der Rispe in den Wochen vom 7. bis zum 14. Juli um 17,5 *cm*, vom 14. bis zum 21. Juli um 14,0 *cm*, vom 21. bis zum 28. Juli um 11,9 *cm*, vom 28. Juli bis 4. August um 6,2 *cm* im Durchschnitt aller dieser Sorten zugenommen hatte. Je mehr also die Pflanzen dem Zeitpunkte des Schossens, das bei diesen Sorten vom 25. bis 28. Juli erfolgte, näher kamen, desto geringer war im Durchschnitt das Längenwachstum. In der Woche nach dem Schossen nahmen sie nur noch wenig an Länge zu, und zwar durchschnittlich um 6,2 *cm*. In der darauf folgenden Woche fand überhaupt keine Zunahme mehr statt, dafür wuchsen aber die Rispenstengel gewaltig in die Länge. Ihr Längenwachstum erstreckte sich jedoch nur bis in die zweite Woche nach dem Schossen. Dies ist eine Bestätigung des Befundes Heinrichs[51]), der feststellte,

Übersicht V.

Nr.	Sorte	Länge der Halme ohne Rispen vor dem Schossen.						Länge der Rispenhalme.			
		7. Juli cm	14. Juli cm	21. Juli cm	28. Juli cm	4. August cm	11. August cm	4. August cm	11. August cm	17. August cm	24. August cm
1	Anderbecker	40—45	+20 55—65	+10 70—75	+15 85—90	+10 95—100	+0 95—100	90—95	+10 100—105	+0 100—105	+0 100—105
7	Behrens Schlanstedter	40—45	+20 55—65	+15 75—80	+10 85—90	+10 95—100	+0 95—100	90—95	+10 100—105	+0 100—105	+0 100—105
8	Beseler II	40—45	+15 50—60	+15 70—75	+10 80—85	+10 90—95	+0 90—95	85—90	+10 95—100	+5 100—105	+0 100—105
15	Duppauer	35—45	+15 50—60	+10 65—70	+15 80—85	+0 80—85	+0 80—85	80—85	+10 90—95	+0 90—95	+0 90—95
17	Fichtelgebirgshafer	30—35	+20 45—55	+15 65—70	+10 75—80	+10 85—90	+0 85—90	80—85	+10 90—95	+0 90—95	+0 90—95
24	Heines ertragsreichster	40—45	+20 55—65	+10 70—75	+5 75—80	+10 85—90	+0 85—90	80—85	+15 95—100	+0 95—100	+0 95—100
25	„ Traubenhafer	40—45	+15 50—60	+15 70—75	+10 80—85	+10 90—95	+0 90—95	90—95	+10 100—105	+0 100—105	+0 100—105
31	Kirsches Hafer	35—45	+20 55—65	+5 65—70	+15 80—85	+0 80—85	+0 80—85	80—85	+10 90—95	+0 90—95	+0 90—95
36	Lüneburger Kleyhafer	35—45	+10 50—55	+20 70—75	+10 80—85	+5 85—90	+0 85—90	80—85	+15 95—100	+0 95—100	+0 95—100
68	Sechsämter	30—35	+20 45—55	+20 70—75	+5 75—80	+10 85—90	+0 85—90	80—85	+10 90—95	+0 90—95	+0 90—95
71	Strube	35—45	+15 50—60	+15 65—75	+15 85—90	+5 90—95	+0 90—95	85—90	+10 95—100	+0 95—100	+0 95—100
72	Svalöfs Borstlösa	40—45	+15 55—60	+15 70—75	+10 80—85	+10 90—95	+0 90—95	90—95	+10 100—105	+0 100—105	+0 100—105
73	„ Goldregen	35—45	+20 55—65	+15 75—80	+10 85—90	+5 90—95	+0 90—95	90—95	+10 100—105	+0 100—105	+0 100—105
75	„ Ligowo	40—45	+20 60—65	+15 75—80	+15 90—95	+0 90—95	+0 90—95	90—95	+5 95—100	+0 95—100	+0 95—100
76	Szimboradzer	35—40	+20 50—60	+10 65—70	+15 80—85	+5 85—90	+0 85—90	80—85	+10 90—95	+0 90—95	+0 90—95
33	Leutewitzer Gelb —	40—45	+15 50—60	+15 70—75	+20 90—95	+0 90—95	+0 90—95	90—95	+5 95—100	+0 95—100	+0 95—100
	Im Mittel:	—	17,5	14,0	11,9	6,2	0,0	—	10,0	0,0	0,0

dass die Haferpflanzen unter Vermehrung des Trockengewichtes nur bis zu einer gewissen Zeit, etwa acht Tage, nach beendeter Blüte, wachsen, und dass von da an in bezug auf die Gewichtsvermehrung ein Stillstand eintritt, und das Leben in der Pflanze nur noch mehr oder weniger in der Translokation der Assimilationsprodukte beruht. Der Leutewitzer Gelbhafer hatte also im Längenwachstum mit den anderen Sorten gleichen Schritt gehalten. Eine Ausnahme machten hierin nur Kirsches-, der Fichtelgebirgs-, der Sechsämter- und der Szimboradzer-Hafer, die auch einen kleineren Wuchs haben. Von den verglichenen Sorten gingen diese genannten Sorten auch allein erst am 5. Tage auf. In den Wochen vom 7. bis zum 14. und vom 14. bis zum 21. Juli zeigte der Leutewitzer Gelbhafer ebenfalls kein verschiedenes Verhalten; dagegen erfuhr er in der Woche vom 21. zum 28. Juli, also kurz vor dem Schossen, allen anderen Sorten gegenüber eine grössere Längenzunahme. Im Durchschnitt aller Sorten betrug die Zunahme in dieser Woche 11,9 *cm*, bei dem Leutewitzer Hafer dagegen 20 *cm*. In dem verhältnismässig raschen Wachstum (+ 20 *cm*) des Leutewitzer Gelbhafers in der Woche vom 21./28. Juli dürfte wohl kein Zusammenhang mit seinem Verhalten in trockenen und feuchten Jahren zu finden sein.

Bis zur Reifezeit brauchte der Leutewitzer Gelbhafer 96 Tage, Beseler II 90, Strube 95, alle übrigen 89 Tage. Der Leutewitzer Hafer reifte also von diesen Sorten am spätesten. Seine Reifezeit dürfte ebenfalls nicht sein verschiedenes Verhalten in trockenen Jahren erklären.

Schliesslich könnten noch Besonderheiten in der Wurzelentwicklung eine Antwort auf unsere Frage geben. Tatsache ist, dass der verschieden grosse Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, der auch durch die Niederschläge bedingt wird, die Veranlassung zu diesem noch nicht zu unserer Erkenntnis gelangten Verhalten ist. Im Boden sind die Pflanzen mit ihren Wurzeln verankert, mit diesen nehmen sie das Wasser und die gelösten Nährstoffe auf. Wenn man daher die Ursachen des unterschiedlichen Verhaltens des Leutewitzer Gelbhafers und Beselers Hafer II ergründen will, so liegt nichts näher, als auch einmal auf die die Wasseraufnahme direkt vermittelnden Organe, auf die Wurzeln, das Augenmerk zu richten und dementsprechend Wurzeluntersuchungen anzustellen. Wir kennen von 88 Sorten das Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln. Dieses ist bei dem Leutewitzer Gelbhafer zur Zeit des Schossens 100 : 31,6 und bei der Reife 100 : 19,8; bei Beseler II dagegen 100 : 24,2 bzw. 100 : 12,6. Deutlich erkennen wir aus diesen Zahlen die relativ grössere Bewurzelungsfähigkeit des Leutewitzer Gelbhafers gegenüber Beseler Hafer II Jener besitzt von unseren einheimischen Sorten beinahe die relativ grösste Wurzelmasse, dieser dagegen fast die relativ kleinste. Daraus folgt vermutlich des Rätsels Lösung. Nicht Abweichungen in den ersten Entwicklungsperioden, die oben der Reihe nach angeführt sind, sondern ihre verschieden grosse Bewurzelungsfähigkeit scheint das so rätselhafte Verhalten dieser Sorten in trockenen und feuchten Jahren zu erklären.

Auch M. Fleischer[52]) erwähnt, dass sich die einzelnen Sorten auf den einzelnen Versuchsfeldern sehr verschieden verhalten. Nach seinen Angaben schwankten die Kornerträge bei Hafer auf ein und derselben Kultur um 227, 340, 570, 680 700 und 880 *kg* pro Hektar, je nachdem eine mehr oder weniger geeignete Sorte angebaut war. Diese Schwankungen traten in einem Jahre auf, das für Hafer besonders günstig zu nennen war. In ungünstigen Jahren werden die Unterschiede sicherlich noch grösser sein.

Auch nach Wiener[53]) weist das Wasserbedürfnis nicht nur der verschiedenen Pflanzenarten, sondern auch der Varietäten bedeutende Unterschiede auf.

Remy[54]) zweifelt nicht daran, dass in bezug auf Verdunstungsenergie nicht nur Art- sondern auch Sortenunterschiede bestehen. Das in dieser Beziehung leitende Gesetz glaubt er in die Worte kleiden zu können: Eine Pflanze ist in bezug auf Verdunstung und Wassernutzwirkung um so besser gestellt, je kleiner ihre Oberfläche im Verhältnis zur Masse ist.

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen scheint die Annahme berechtigt, dass in trockenen Jahren und auf trockenen Lagen die Getreidesorten in bezug auf Wassernutzwirkung und Verdunstung um so besser gestellt sind, je grösser ihre Wurzelmasse im Verhältnis zu den oberirdischen Teilen ist.

Sollte die Ursache der Ertragsüberlegenheit des zuvor erwähnten Petkuser Roggens nicht ebenso wie beim Leutewitzer Gelbhafer mit seiner Bewurzelungsfähigkeit im Zusammenhange stehen? Hierfür spricht jedenfalls der Umstand, dass Sommer und Herbst des Jahres 1892, woher die Resultate stammen, ziemlich regenarm waren, ebenso wie der darauf folgende Winter und Sommer. Wenn zwar Herbst und Winter des Jahres 1893 günstiger in betreff der Niederschläge verliefen, so war das Frühjahr doch sehr trocken.

Ferner ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich auch die Hannagerste gegenüber der Goldthorpegerste und anderen Gerstensorten durch eine stärkere Bewurzelung auszeichnet. Dieselbe Möglichkeit liegt auch bei den sich gegen Feuchtigkeit verschieden verhaltenden Sorten jeder anderen Art vor.

5. Kornertrag, Vegetationsdauer und Bewurzelungsfähigkeit.

O. Beseler[55]) war es, der den Satz aufstellte, dass nur Hafersorten von längerer Wachstumsdauer die höchsten Erträge zu liefern vermögen, und dass die Länge der Vegetationsperiode in den weitaus meisten Fällen in geradem Verhältnisse zur Höhe der Erntemasse und zwar namentlich zum Kornertrage stehe.

Dieser Satz Beselers wurde durch Edler und Heine[56]) bestätigt, denn auch sie fanden, dass mit der Zunahme der Vegetationsdauer die Kornerträge im allgemeinen ebenfalls höhere werden.

Zu einem entgegengesetzten Resultate kam Heine[57]) in einem späteren Anbauversuche, bei dem er feststellte, dass gerade die sehr spät reifenden Sorten die geringsten Erträge an Korn liefern, und dass sie die längere Vegetationszeit dazu benutzen, viel Stroh zu erzeugen.

Dieser Befund Heines wird durch den vorliegenden Vegetationsversuch im allgemeinen bestätigt. Die Zahlen der Übersicht VII auf S. 36 und 37 zeigen uns, dass ausser dem Wide-Awake (87), Strube (71) und dem sibirischen Hafer (70), die 95 Tage bis zur Reife brauchten, sich unter den ersten 41 Sorten keine befindet, deren Vegetationszeit mehr als 90 Tage betrug und dass diese früh reifenden Sorten durchschnittlich hohe Erträge lieferten. Dagegen ergaben die letzten 19 Sorten, die mit 95 bis 118 Tagen Vegetationsdauer zu den spät bis sehr spät reifenden Sorten gehörten, geringe bis sehr geringe Kornerträge.

Von Interesse dürfte es sein, festzustellen, in welchem Zusammenhange der Kornertrag und die Vegetationsdauer bei den einzelnen Hafersorten mit der Bewurzelungsfähigkeit stehen. Man sollte, wie schon oben angedeutet wurde, annehmen, dass die frühreifenden und ertragreichen Sorten sich am stärksten bewurzeln, weil eine relativ grosse Wurzel imstande sein müsste, den Bedarf der Pflanze an Wasser und mineralischen Nährstoffen reichlicher und auch schneller zu liefern, und dass infolgedessen das Wachstum der Pflanze eher zum Abschluss kommen müsste, als bei Pflanzen mit relativ wenig Wurzeln. Die Untersuchung hat nun ergeben, dass es sich im allgemeinen gerade umgekehrt verhält. Die Übersicht VII beweist uns, dass grosser Wurzelanteil, lange Vegetationsdauer und geringer Kornertrag meist Hand in Hand gehen. Eine Ausnahme machen wieder Wide-Awake, Strube und teilweise auch der sibirische Hafer, die bei einem hohen Kornertrage von 25,9 %, 26,5 % und 32,5 % zwar eine geringe Bewurzelungsfähigkeit, aber eine verhältnismässig lange Vegetationszeit von 95 Tagen aufweisen.

Die erwähnte Gesetzmässigkeit tritt besonders deutlich bei den Extremen, den sehr früh reifenden und sehr spät reifenden Sorten zutage, was aus der folgenden Übersicht VIII zu ersehen ist.

(Übersicht VIII siehe S. 38.)

Die sehr früh reifenden Sorten mit einer Vegetationsdauer von 83 und 86 Tagen besitzen demnach einen hohen Kornanteil von 23,8 bis 34,3 Prozent und sind Schwachwurzeler, denn das Gewichtsverhältnis der oberirdischen Teile zu den Wurzeln schwankt bei ihnen zur Zeit des Schossens zwischen 100 : 20,7 und 100 : 27,9, bei der Reife zwischen 100 : 12,5 und 100 : 15,4. Dagegen haben die Hafersorten mit einer sehr langen Vegetationszeit von 103 und 118 Tagen einen geringen Kornanteil von 0,9 bis 15,4 Prozent und sind Starkwurzeler, denn das Gewichtsverhältnis differiert bei ihnen zwischen 100 : 34,1 und 100 : 54,3. Nur der schottische Potato ergab den mittleren Ertrag von 18,7 Prozent.

(Fortsetzung des Textes auf S. 38.)

Übersicht VI.

Kornertrag, Stroh- und Spreuertrag, Kornanteil.

Nr.	Sorte	Korn g	Stroh und Spreu g	Zusammen	Kornanteil %
1	Anderbecker	18,5	40,8	59,3	31,2
2	„	14,9	39,5	54,4	27,3
3	Australischer weisser	9,9	39,0	49,0	20,3
4	„ Port Adelaide	13,3	41,1	54,4	24,4
5	Barbachlaver	9,1	49,0	58,1	15,7
6	Bayrischer verbesserter	9,8	36,7	46,5	19,2
7	Behrens Schlanstedter	16,5	39,0	55,5	29,7
8	Beseler II	15,9	42,8	58,7	27,0
9	Bestehorns verbesserter	19,6	35,8	55,4	35,4
10	Brie	5,1	43,8	48,9	10,4
11	Clydesdale	10,0	45,1	55,1	18,2
12	Coulommiers	0,4	42,4	42,8	0,9
13	Dänischer Inselhafer	26,5	47,5	74,0	35,8
14	Dollar, amerikanischer	13,9	48,2	62,1	22,4
15	Duppauer	18,0	34,2	52,2	34,4
16	Etampes	3,2	51,5	54,7	5,8
17	Fichtelgebirgshafer	19,5	40,5	60,0	32,6
18	Flandrischer	19,6	49,2	68,8	28,5
19	Georgien	16,5	48,0	64,5	25,6
20	Golden Fleece	18,6	35,0	53,6	34,7
21	„ Giant	11,0	43,9	54,9	20,0
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	14,7	39,1	53,8	27,4
23	„ „ schwarzer tartarischer	14,8	45,0	59,8	24,7
24	Heines ertragreichster	18,3	38,4	56,7	32,3
25	„ Traubenhafer	16,1	39,1	55,2	29,2
26	Hoitling	21,8	37,4	59,2	36,8
27	Houdan	9,8	45,6	55,4	17,7
28	Hunsrücker Fahnenhafer	16,3	46,1	62,4	26,2
29	Joanette	25,9	44,3	70,2	36,9
30	Kanadischer	24,7	45,1	69,8	35,4
31	Kirsches	12,2	36,8	49,0	25,0
32	Kolumbus	29,0	46,7	75,7	38,3
33	Leutewitzer Gelbhafer	12,2	36,8	49,0	24,9
34	Ligowo, weisser Riesenhafer	22,7	41,5	64,2	35,4
35	Longfellow	9,5	46,9	56,4	16,9
36	Lüneburger Kleyhafer	13,1	42,1	55,2	23,7
37	Mesdag	11,6	37,1	48,7	23,8
38	Milton	18,5	39,5	58,0	31,9
39	Mortagne	16,5	49,5	66,0	27,5
40	Mortgage Lifter, amerikanischer	11,8	42,7	54,5	21,7
41	Nackter grosser aus China	6,0	52,0	58,0	10,4
42	„ kleiner Fahnenhafer	3,0	63,0	66,0	4,5
43	Nassengrunder Riesenhafer	17,6	44,3	61,9	28,4
44	Nubischer Fahnenhafer	13,9	48,3	62,2	22,4
45	Oderbrucher	8,9	44,9	53,8	16,6

Nr.	Sorte	Korn g	Stroh und Spreu g	Zusammen	Kornanteil %
46	Pewsumer Hammerich	11,9	45,3	57,2	20,9
47	Pfiffelbacher ertragreichster	18,5	35,5	54,0	34,3
48	„ gelber	18,0	46,0	64,0	28,1
49	Pied de mouche courte	8,69	47,7	56,4	15,4
50	Podolischer	14,0	40,0	54,0	25,9
51	Polnischer	10,8	42,7	53,4	20,1
52	Pringles Progress	16,0	39,6	55,6	28,8
53	Probsteier	17,1	35,3	52,3	32,6
54	Prolifique de Californie, schwarz. Fahnenhafer	13,5	42,0	55,5	24,3
55	„ „ „ weisser	17,3	46,1	63,4	27,3
56	Providence	15,9	39,5	55,4	28,7
57	Riesen —, dickähriger weisser Fahnenhafer	21,0	43,7	64,7	32,5
58	„ —, gelber Fahnenhafer	13,6	40,8	54,4	25,0
59	„ Sommerhafer	22,9	36,8	59,7	38,3
60	Rousse couronnée	8,7	52,1	60,8	14,3
61	Rügenscher	21,0	38,0	59,0	35,6
62	Schottischer Angus	18,9	42,5	61,4	30,9
63	„ Berwick	8,6	44,0	52,6	16,4
64	„ Dun	6,9	53,3	60,2	11,5
65	„ Hopetown	3,1	44,7	47,8	6,6
66	„ Potato	11,5	49,8	61,3	18,7
67	Schwedischer	17,9	35,5	53,4	33,6
68	Sechsämter aus Oberrösslau	11,9	37,1	49,0	24,2
69	Shiriffs	16,3	45,6	61,9	26,4
70	Sibirischer	22,5	43,7	66,2	34,0
71	Strube	17,1	41,4	58,5	29,2
72	Svalöfs Borstlösa	21,8	41,7	63,5	34,4
73	„ Goldregen	18,5	45,1	63,5	29,1
74	„ Hoitling	20,2	35,8	56,0	36,1
75	„ Ligowo	19,7	37,2	56,9	34,6
76	Szimboradzer	11,1	40,9	52,0	21,4
77	Tartarischer schwarzer	10,5	39,3	49,8	21,0
78	„ weisser	13,7	45,5	59,2	23,2
79	Thüringer	9,1	50,9	60,0	15,2
80	Triumphhafer, amerikanischer	14,6	36,9	51,5	28,3
81	Überfluss	12,0	36,6	48,5	24,6
82	Ungarischer schwarzer	8,2	33,7	41,9	19,6
83	„ weisser	8,0	42,5	50,5	15,8
84	Victoria	12,8	37,2	50,0	25,6
85	Waterloo	17,0	34,8	51,8	32,8
86	Welcome	8,9	38,9	47,8	18,7
87	Wide-Awake	11,9	30,6	42,5	28,0
88	Winterhafer	16,4	42,1	58,5	28,0

Übersicht VII.

Bewurzelungsfähigkeit, Vegetationsdauer und Kornanteil.

Nr.	Sorte	Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln = 100:		Vegetationsdauer	Kornanteil
		nach dem Schossen	bei der Reife	Tage	%
87	Wide Awake	26,1	10,6	95	28,0
81	Überfluss	31,1	10,9	90	24,6
71	Strube	18,1	11,5	95	29,2
36	Lüneburger Kleyhafer	35,8	11,8	89	23,7
32	Kolumbus	26,1	11,9	89	38,3
74	Svalöfs Hoitling	27,4	12,0	89	36,1
15	Duppauer	29,4	12,3	89	34,4
67	Schwedischer	24,1	12,5	86	33,6
61	Rügenscher	—	12,5	86	35,6
8	Beseler II	24,2	12,6	90	27,0
37	Mesdag	20,7	12,7	83	23,8
85	Waterloo	31,8	12,9	90	32,8
20	Golden Fleece	27,2	13,6	86	34,7
48	Pfiffelbacher gelber	32,3	13,6	89	28,1
84	Victoria	28,0	13,6	90	25,6
72	Svalöfs Borstlösa	27,9	13,7	89	34,4
52	Pringles Progress	28,7	13,7	90	28,8
25	Heines Traubenhafer	30,6	13,8	89	29,2
30	Kanadischer	26,7	13,8	90	35,4
1	Anderbecker	26,2	14,0	89	31,2
26	Hoitling weisser	24,8	14,0	90	36,8
34	Ligowo	27,9	14,3	86	35,4
38	Milton	19,2	14,5	90	31,9
13	Dänischer Inselhafer	35,3	14,5	90	35,8
53	Probsteier	28,1	14,5	89	32,6
59	Riesen-Sommerhafer	26,3	14,7	86	38,3
17	Fichtelgebirgshafer aus Bernstein	35,2	14,8	89	32,6
6	Bayrischer verbesserter Gebirgshafer	30,9	15,3	90	19,2
47	Pfiffelbacher ertragreichster	25,9	15,4	86	34,3
70	Sibirischer	24,2	15,4	95	34,0
3	Australischer weisser	25,9	15,5	90	20,3
2	Anderbecker	24,9	15,6	90	27,3
23	Hallets Pedigree, schwarzer tartarischer	25,4	15,6	90	24,7
7	Behrens Schlanstedter	27,9	15,7	89	29,7
57	Riesenhafer, dickähriger weisser Fahnenhafer	24,8	15,8	89	32,5
75	Svalöfs Ligowo	29,7	15,8	89	34,6
11	Clydesdale	34,8	15,8	90	18,2
31	Kirsches	20,8	16,1	89	25,0
76	Szimboradzer	25,9	16,2	89	21,4
43	Nassengrunder Riesenhafer	23,9	16,2	89	28,4
68	Sechsämter aus Oberrösslau	26,6	16,3	89	24,2
80	Triumphhafer, amerikanischer	24,9	16,3	96	28,3
73	Svalöfs Goldregen	30,9	16,4	89	29,1
55	Prolifique de Californie, weisser	26,9	16,4	95	27,3

Nr.	Sorte	Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln = 100: nach dem Schossen	bei der Reife	Vegetationsdauer Tage	Kornanteil %
44	Nubischer schwarzer Fahnenhafer	24,8	16,6	89	22,4
42	Nackter kleiner niedriger Fahnenhafer	—	16,7	118	4,5
29	Joanette	35,4	16,8	96	36,9
24	Heines ertragreichster	26,8	16,9	89	32,3
82	Ungarischer schwarzer	24,1	17,4	90	19,6
50	Podolischer	37,6	17,6	96	25,9
86	Welcome	29,4	17,6	90	18,7
9	Bestehorns verbesserter	24,4	17,7	89	35,4
78	Tartarischer weisser	25,7	17,7	96	23,2
19	Georgien	39,5	18,0	96	25,6
39	Mortagne	21,2	18,2	96	27,5
54	Prolifique de Californie, schwarzer	24,6	18,4	89	24,3
88	Winterhafer	28,3	18,5	96	28,0
18	Flandrischer	31,9	18,6	90	28,5
69	Shiriffs früher, schottischer	29,1	18,9	96	26,4
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	30,3	19,0	96	27,4
28	Hunsrücker	28,3	19,1	95	26,2
14	Dollarhafer	28,6	19,2	90	22,4
62	Schottischer Angus	37,4	19,2	90	30,9
51	Polnischer weisser	38,9	19,3	96	20,1
56	Providence, schottischer	29,4	19,3	90	28.7
77	Tartarischer schwarzer	24,2	19,3	89	21,0
4	Australischer, Port Adelaide	36,4	19,5	90	24,4
33	Leutewitzer Gelbhafer	31,6	19,8	96	24.9
58	Riesen-Fahnenhafer, gelber	31,6	19,9	89	25,0
83	Ungarischer weisser	24,1	20,4	96	15,8
46	Pewsumer Hammerich	28,6	20,5	95	20,9
41	Nackter grosser aus China	—	21,0	96	10,4
5	Barbachlaver	35,9	21,3	90	15,7
35	Longfellow	28,6	22,3	96	16,9
79	Thüringer	29,9	22,3	96	15,2
40	Mortgage Lifter	—	22,6	90	21,7
16	Etampes	54,3	22,9	118	5,8
49	Pied de mouche courte	34,1	22,9	103	20,2
66	Schottischer Potato	38,8	23,2	103	18,7
10	Brie	34,2	23,3	118	10,4
21	Golden Giant	31,3	23,3	95	20,0
27	Houdan	40,2	23,5	96	17,7
63	Schottischer Berwick	43,2	24,0	96	16,4
12	Coulommiers	44,6	24,1	118	0,9
60	Rousse couronnée	36,9	24,2	96	14,3
45	Oderbrucher	37,5	24,5	96	16,6
64	Schottischer Dun	50,2	25,9	103	11,5
65	„ Hopetown	40,2	28,2	103	6,6

Übersicht VIII.

Nr.	Sorte	Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln = 100		Vegetationsdauer	Kornanteil
		nach dem Schossen	bei der Reife	Tage	%
	Sehr früh reifende Sorten:				
37	Mesdag	20,7	12,7	83	23,8
67	Schwedischer	24,1	12,5	86	33,6
61	Rügenscher	—	12,5	86	35,6
20	Golden Fleece	27,2	13,6	86	34,7
34	Ligowo, weisser Riesenhafer	27,9	14,3	86	35,4
59	Riesen-Sommerhafer	26,3	14,7	86	38,3
47	Pfiffelbacher ertragreichster	25,9	15,4	86	34,3
	Sehr spät reifende Sorten:				
49	Pied de mouche courte	34,1	22,9	103	15,4
66	Schottischer Potato	38,8	23,2	103	18,7
64	„ Dun	50,2	25,9	103	11,5
65	„ Hopetown	40,2	28,2	103	6,6
16	Etampes	54,3	22,9	118	5,8
10	Brie	34,2	23,3	118	10,4
12	Coulommiers	44,6	24,1	118	0,9

Auch unsere einheimischen, modernen Hochzuchten, wie z. B. Strube und Beseler II, sind fast alle mehr oder weniger Schwachwurzeler bzw. Flachwurzeler. Allerdings machen sich, wie schon erwähnt, auch bei ihnen nicht unbedeutende Unterschiede in der Massenentwicklung ihrer Wurzeln geltend. Zu der geringen Bewurzelungsfähigkeit, wie zu der Frühreife und der Produktivität sind unsere hochgezüchteten Sorten, entgegen der Gewohnheit der primitiven Sorten, in der Wildnis viel Wurzeln zur Entwicklung zu bringen, entschieden erst durch die Kultur getrieben worden. Der beschränkte Standraum der Pflanzen auf dem Kulturfelde, die konzentrierte Düngung haben die primitiven Sorten verändert. Die schwachen Rispen entwickelten sich einerseits allmählich zu frühreifen, reich mit schweren Körnern besetzten Fruchtständen, andererseits wurden durch die Anwendung noch anderer Kulturmittel neueren Ursprungs, wie Saatwahl, Wasserregelung und spezifische Düngung, Körnerertrag und Massenproduktion dem Maximum nahe gerückt. So sind denn die Hochzuchten nicht nur trotz, sondern gerade wegen ihres verhältnismässig kleinen und seichten Wurzelsystems heute zu solch grossartiger Produktionsfähigkeit gelangt, und ihre Frühreife befähigt sie heute vielleicht erst zum Anbau in Regionen, die ihnen früher wegen zu kurzer Vegetationszeit verschlossen waren.

Wenn auch die kurz zuvor erwähnten Regelmässigkeiten in Vegetationszeit, Kornertrag und Bewurzelung bei den Extremen scheinbar konstant sind, so finden wir diese sonst gleichartigen Verhältnisse bei den

mittelstark sich bewurzelnden Hafersorten nicht so sehr ausgeprägt. Bei ihnen schwankt die Vegetationszeit zwischen 89 und 96 Tagen; die Kornerträge sind teils hohe, teils niedrige.

Die Wechselbeziehungen zwischen Reifezeit, Körnerertrag und Bewurzelung sind für die Züchtung, die vorzugsweise die Steigerung der organischen Produktion innerhalb derselben Art zum Ziele hat, von weittragender Bedeutung. Baut doch die Pflanzenzüchtung ihre Bestrebungen gerade auf die Vererbung ungleicher Eigenschaften der Individuen auf.

Obgleich es, wie die vorliegenden Untersuchungsergebnisse beweisen, unter den Hafersorten Stark-, Mittelstark- und Schwachwurzeler gibt, so muss es trotzdem als ein hohes Ziel der Pflanzenzüchtung erscheinen, die Fähigkeit der Pflanzen, Wurzeln zu bilden, habituell und funktionell zu steigern. Sie wird darauf bedacht sein müssen, frühreife und ertragreiche Sorten zu züchten, die infolge ihrer grossen Bewurzelungsfähigkeit sich in besonders hohem Maſse für leichte und trockene Böden und für Gegenden mit wenig Regen eignen.

Schon Remy[58]) lässt, wie weiter oben dargetan, an den Pflanzenzüchter die Aufforderung ergehen, Sorten zu schaffen, die mit ihren Wurzeln tief in den Boden eindringen und daher imstande sind, auch noch die tiefer liegenden Wasservorräte des Bodens auszunutzen.

Auch Pistohlkors[59]) ist der Meinung, dass man durch zielbewusste Züchtung die verschiedenen Spezies auf eine charakteristische Form ihres Wurzelsystems bringen kann. Er weist auf die Tatsache hin, dass ja im praktischen Anbau der Kulturgewächse die einzelnen Individuen in bezug auf Form und Grösse ihres Wurzelwerkes auch mehr oder weniger ein Produkt von mannigfachen Widerständen sind, die sie im Kampf ums Dasein je nach ihrer biologischen Energie mehr oder weniger überwunden haben.

Ferner empfiehlt auch Opitz[60]) dem Züchter eine starke und in grössere Tiefen reichende Bewurzelung als ein bei dem Züchtungsverfahren wohl beachtenswertes Moment. Er ist allerdings der Meinung, dass es nicht ohne weiteres gelingen wird, Sorten mit besonders leistungsfähigem und tief in den Boden eindringendem Wurzelsystem zu schaffen, weil seine Entwicklung in hohem Maße von den Standorts- und Ernährungsverhältnissen abhängig ist und Standortsmodifikationen und Veränderungen aber, die ihren Ursprung der Ernährung verdanken, nach v. Rümker[61]) im allgemeinen nicht samenbeständig sind und daher keinen züchterischen Wert besitzen.

Zweifellos dürfte es aber bei richtiger Auswahl der Individuen und bei beharrlich und planmässig fortgesetzter Zuchtwahl gelingen, produktive Sorten mit vielen und tief in den Boden eindringenden Wurzeln zu schaffen. Dass dies in der Tat möglich ist, dafür liefert uns die Rübe ein lehrreiches Beispiel; sorgen wir für einen gleichen Erfolg auch bei den übrigen Kulturgewächsen, besonders bei den Zerealien.

Dritter Teil.

1. Spelzengehalt, Vegetationsdauer und Bewurzelungsfähigkeit.

Bekanntlich besteht das Haferkorn als Handelsware aus der nackten Frucht und der Deckspelze. Der prozentische Spelzengehalt ist Sortencharakter, doch kann er durch die Wachstumsverhältnisse relativ beeinflusst werden.

Nach Bünger[62]) besitzen Körner von Hafersorten, die auf magerem Boden gewachsen sind, einen höheren Spelzengehalt als die, welche auf nährstoffreicherem angebaut wurden. Das Gewicht der entspelzten Frucht war im Mittel bei beiden Bodenarten fast gleich, während das etwas höhere Tausendkorngewicht der Körner des mageren Bodens durch die dickeren Spelzen bedingt wurde.

In hohem Mafse ist der prozentische Spelzengehalt von den Niederschlägen und dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens abhängig. So fand ebenfalls H. Bünger, dass Wasserzufuhr bzw. Wassermangel im letzten Wachstumsstadium einen ausserordentlich niedrigen bzw. hohen Spelzengehalt hervorruft. Diese Erscheinung trat auf nährstoffreichem Boden noch deutlicher hervor als auf magerem.

Zu demselben Resultate kommt Edler[63]). Er berechnete die Wirtschaftsmittel des prozentischen Spelzenanteils der Körner im Mittel von 13 Sorten

im Jahre 1901 auf 30,25 %, 1902 auf 26,12 %, 1903 auf 26,62 % und 1904 auf 29,57 %.

Die Jahre 1901, 1904 waren trockene, die Jahre 1902, 1903 dagegen feuchte. Im Durchschnitt der beiden trockenen Jahre betrug der prozentische Spelzengehalt 29,91 %, im Durchschnitt der beiden feuchten Jahre dagegen nur 26,37 %; es ist dies also eine Differenz von 3,54 %.

Dass der prozentische Spelzengehalt der Körner von den verschiedenen Wachstumsverhältnissen der einzelnen Örtlichkeiten abhängig ist, beweist uns Edler[64]) mit den folgenden Durchschnittszahlen, nach denen er schwankte

1901	zwischen	24,97 %	(Gilraterhof)	und	34,03 %	(Blankenhain)
1902	„	23,89 „	(Dammaretz)	„	35,61 „	(Friedingen)
1903	„	23,03 „	(Blockwinkel)	„	40,09 „	(Georgensdorf)
1904	„	25,56 „	(Behrdorf)	„	34,50 „	(Mechelroda).

Märker[65]) fand bei Sorten mit grösseren Spelzenmengen einen höheren Proteingehalt im Korn. Von 100 Teilen Stickstoff der Haferkörner waren nur 4,5 Teile in den Hülsen enthalten. Er stellte ferner fest, dass die proteinarmen Körner im allgemeinen einen grösseren Teil ihres Proteingehaltes in den Hülsen enthalten als die proteinreicheren. Nach demselben Autor besitzen grosskörnige Hafervarietäten dicke Hülsen, kleinkörnige dagegen dünne. Er zählte in 10 *g*

bei den dickhülsigen Sorten . . . . . 288 Körner.
„ „ mittleren „ . . . . . 331 „
„ „ dünnhülsigen „ . . . . . 357 „

Da die Spelzen einen bedeutend geringeren Nährwert besitzen als die nackten Früchte, so hängt der Wert einer Sorte auch von dem Spelzengehalte ab.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde der Spelzengehalt in der Weise bestimmt, dass von jeder Hafersorte sorgfältig eine Mittelprobe genommen und diese von Fremdbestandteilen gereinigt wurde. Darauf wurden zweimal je 100 Körner entspelzt, und die Hülsen und nackten Früchte von je 100 Körnern auf einer analytischen Wage gewogen. Im ganzen wurden 17800 Körner untersucht. Die Ergebnisse dieser mühsamen und zeitraubenden Arbeit stimmten meistens überein; wenn sie voneinander abwichen, was nur selten vorkam, wurden weitere Kontrollbestimmungen gemacht. Die Wägung wurde vorgenommen, nachdem die Körner ungefähr 4 Monate in einem gleichmässig temperierten Raume gelagert hatten, so dass also ihr Wassergehalt als gleich angenommen werden durfte. Die Ergebnisse sind in der Übersicht IX auf S. 42 und 43 zusammengestellt. Der Spelzenanteil der 88 Hafersorten ist hiernach sehr verschieden voneinander. Den grössten Spelzenanteil besitzt mit 35,89 % der bayrische verbesserte Gebirgshafer (6), den geringsten dagegen mit 20,9 % Rousse couronnée (60). Der Spelzengehalt unserer einheimischen Züchtungen schwankt zwischen 24,25 % und 28,54 %.

Um die Beziehungen erkennen zu lassen, die zwischen dem Spelzengehalte einerseits sowie der Reifezeit und der Bewurzelungsfähigkeit anderer seits bestehen, sind in der folgenden Übersicht X einige sich extrem verhaltende Hafersorten gegenübergestellt worden.

(Übersicht X siehe S. 44.)

Diese Zahlenreihen zeigen deutlich, dass hoher Spelzengehalt, kurze Wachstumsdauer und relativ schwache Bewurzelung sich im allgemeinen einander bedingen; während ein geringer Spelzenanteil mit einer langen Wachstumsdauer und einer relativ grossen Wurzelmasse Hand in Hand geht.

2. Das Gewicht der Spelzen und nackten Früchte von 1000 Körnern.

Die Unterschiede im prozentischen Spelzengehalte können einerseits durch Verschiedenheiten in der Dicke bzw. dem Gewichte der Spelzen, andererseits durch Unterschiede in der Ausbildung der nackten Früchte bei gleichartiger Entwicklung der Spelzen hervorgerufen werden. Sorten mit einem niedrigen prozentischen Spelzengehalte brauchen daher nicht von vornherein dünnspelzig, die mit einem hohen Spelzengehalte dickspelzig zu sein. Wir erkennen die in dieser Hinsicht auftretenden Unterschiede, wenn wir berechnen, wieviel Gramm Spelzen auf 1000 Körner kommen. Die diesbezüglichen Berechnungen befinden sich in der Übersicht IX auf S. 42 und 43 und bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Übersicht IX.

1000 Korngewicht, Spelzenanteil, Gewicht der Spelzen und nackten Früchte von 1000 Körnern.

Nr.	Sorte	1000 Körner wiegen	Spelzenanteil	In 1000 Körnern sind enthalten:	
				Spelzen	Nackte Früchte
		g	%	g	g
1	Anderbecker	37,0	27,15	10,1	26,9
2	„	37,1	27,14	10,3	26,8
3	Australischer weisser	31,4	25,17	7,9	23,5
4	„ Port Adelaide	28,3	27,72	7,8	20,5
5	Barbachlaver	24,1	24,43	5,9	18,3
6	Bayrischer verbesserter Gebirgshafer	28,4	35,89	10,9	18,1
7	Behrens Sehlanstedter	34,7	25,69	8,9	25,8
8	Beseler II	40,8	26,00	10,6	30,1
9	Bestehorns verbesserter	30,6	28,47	8,7	21,9
10	Brie	28,7	22,95	6,6	22,2
11	Clydesdale	29,2	30,03	8,8	20,4
12	Coulommiers	29,7	21,72	6,5	23,3
13	Dänischer Inselhafer	32,0	29,53	9,5	22,6
14	Dollar, amerikanischer	27,8	31,33	8,7	19,1
15	Duppauer	40,8	26,98	11,0	29,8
16	Etampes	27,6	23,24	6,6	21,0
17	Fichtelgebirgshafer	31,7	28,54	9,1	22,7
18	Flandrischer	28,6	28,32	8,1	20,5
19	Georgien	25,5	23,91	6,1	19,4
20	Golden Fleece	36,8	27,30	10,1	26,8
21	Golden Giant, amerikanischer Riesenhafer	25,8	28,80	7,5	18,4
22	Hallets Pedigree, weisser kanadischer	27,6	26,95	7,5	20,2
23	„ „ schwarzer tartarischer	27,9	32,32	9,1	18,9
24	Heines ertragreichster	37,6	26,49	9,6	27,6
25	„ Traubenhafer	34,5	24,25	8,4	26,1
26	Hoitling	33,5	27,10	9,6	23,9
27	Houdan	25,4	24,66	6,3	19,1
28	Hunsrücker Fahnenhafer	31,3	26,06	8,2	23,1
29	Joanette de Chenailles	28,1	24,38	6,8	21,3
30	Kanadischer	32,8	28,50	9,4	23,5
31	Kirsches	31,7	—	8,4	23,5
32	Kolumbus	31,7	28,42	9,0	22,7
33	Leutewitzer Gelbhafer	30,9	28,15	8,7	22,2
34	Ligowo weisser Riesenhafer	35,4	25,56	9,1	26,3
35	Longfellow, schottischer	27,3	26,73	7,3	20,0
36	Lüneburger Kleyhafer	41,3	25,67	10,6	30,7
37	Mesdag, holländischer	32,3	30,18	9,8	22,6
38	Milton	34,3	26,07	8,9	25,4
39	Mortagne	26,7	26,44	7,1	19,6
40	Mortgage Lifter, amerikanischer	28,1	28,48	8,1	20,1
41	Nackter grosser aus China	22,6	0,00	0,0	22,6
42	„ kleiner niedriger Fahnenhafer	8,4	0,00	0,0	8,4
43	Nassengrunder Riesenhafer	30,9	28,10	8,7	22,3

Nr.	Sorte	1000 Körner wiegen	Spelzenanteil	In 1000 Körnern sind enthalten:	
				Spelzen	Nackte Früchte
		g	%	g	g
44	Nubischer Fahnenhafer	26,6	30,29	8,1	18,5
45	Oderbrucher	31,9	28,00	8,9	23,0
46	Pewsumer Hammerich	27,9	27,44	7,7	20,9
47	Pfiffelbacher ertragreichster	36,3	29,51	10,7	25,6
48	„ gelber	28,6	25,51	7,3	21,3
49	Pied de mouche courte	16,5	23,91	3,8	12,2
50	Podolischer	28,4	28,16	8,0	20,4
51	Polnischer	24,9	26,95	6,7	18,2
52	Pringles Progress	30,1	29,95	9,0	21,1
53	Probsteier	30,2	30,32	9,1	21,1
54	Prolifique de Californie, schwarz. Fahnenhafer	30,4	28,33	8,6	21,8
55	„ „ „ weisser	26,2	29,96	7,9	18,4
56	Providence schottischer	28,1	27,07	7,6	20,4
57	Riesen —, dickähriger weisser Fahnenhafer	27,8	35,27	9,8	17,9
58	„ —, gelber Fahnenhafer	29,2	23,35	6,8	22,4
59	„ Sommerhafer	35,2	27,69	9,8	25,5
60	Rousse couronnée	25,9	20,90	5,4	20,5
61	Rügenscher	28,3	29,15	8,3	20,1
62	Schottischer Angus	24,9	25,34	8,3	18,6
63	„ Berwick	24,3	26,80	6,5	17,8
64	„ Dun	26,8	26,84	7,2	19,6
65	„ Hopetown	26,7	24,57	6,6	20,1
66	„ Potato	26,4	27,07	7,2	19,3
67	Schwedischer	29,5	25,91	7,7	21,8
68	Sechsämter aus Oberrösslau	32,8	28,35	9,3	23,5
69	Shirriffs	27,2	25,41	6,9	20,3
70	Sibirischer	25,6	25,97	6,7	18,9
71	Strubes Schlanstedter	39,1	27,92	7,0	18,4
72	Svalöfs Borstlösa	40,8	25,48	10,4	30,4
73	„ Goldregen	38,5	24,25	9,4	29,2
74	„ Hoitling	38,7	26,62	10,3	28,4
75	„ Ligowo	46,8	25,30	11,9	34,9
76	Szimboradzer	35,8	27,83	9,9	25,8
77	Tartarischer schwarzer	25,4	27,60	7,0	18,4
78	„ weisser	26,8	28,23	7,6	19,2
79	Thüringer	27,7	30,37	8,4	19,3
80	Triumphhafer, amerikanischer	29,3	32,30	9,5	19,8
81	Überflusshafer	32,8	28,50	9,5	23,3
82	Ungarischer schwarzer	26,0	28,44	7,4	18,6
83	„ weisser	27,1	30,24	8,2	18,9
84	Victoria	31,4	29,50	9,3	22,1
85	Waterloo	33,5	29,89	10,0	23,5
86	Welcome, amerikanischer	27,5	24,76	6,8	20,7
87	Wide-Awake	33,1	27,80	9,2	23,9
88	Winterhafer	26,6	26,12	6,9	19,7

Übersicht X.

Nr.	Sorte	Spelzenanteil %	Reifezeit Tage	Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem der Wurzeln = 100: Schossen	Reife
6	Bayrischer verbesserter	35,89	90	30,9	15,3
57	Riesen dickähriger Fahnenhafer	35,27	89	24,8	15,8
23	Hallets Pedigree, schwarzer	32,32	90	25,4	15,6
80	Triumphhafer	32,30	96	24,9	16,3
53	Probsteier	30,32	89	28,0	14,5
82	Ungarischer weisser	30,24	96	24,1	17,4
37	Mesdag	30,18	83	20,7	12,7
44	Nubischer Fahnenhafer	30,29	89	24,8	16,6
11	Clydesdale	30,03	90	34,8	15,8
27	Houdan	24,66	96	40,2	23,5
65	Hopetown	24,57	103	40,2	28,2
49	Pied de mouche courte	23,91	103	34,1	22,9
16	Etampes	23,24	118	54,3	22,9
10	Brie	22,95	118	34,2	23,3
12	Coulommiers	21,71	118	44,6	24,1
60	Rousse couronnée	20,90	96	36,9	24,2

3. Das Tausendkorngewicht.

Neben dem Spelzengehalte ist noch die Kenntnis des Korngewichtes zur Beurteilung der Güte des Haferkorns notwendig. Es ist daher das Gewicht von 1000 Körnern der einzelnen Sorten festgestellt worden. Die Ergebnisse dieser Wägungen sind ebenfalls aus der Übersicht IX ersichtlich. Die Unterschiede im Tausendkorngewicht sind hiernach recht erheblich. Die schwersten Körner besitzen Svalöfs Ligowo und Svalöfs Borstlösa, Lüneburger Kleyhafer, Beseler II, Duppauer und Strubes Hafer. Die leichtesten Körner haben Pied de mouche courte, Barbachlaver Hafer, der polnische Hafer, der schottische Angus und der schottische Berwick.

4. Der Sitz des schwersten Kornes an der Haferrispe.

In der Literatur finden wir nur wenige Arbeiten, die den Sitz des schwersten Kornes in der Haferrispe behandeln. v. Rümker[66]) stellte fest, dass schwerere Rispen auch schwerere Körner besitzen, und dass das äussere Korn (Aussenkorn Atterbergs) im Ährchen schwerer ist als das innere (Innenkorn Atterbergs). Er zerlegte ferner die Rispe in drei Teile, konnte aber in keinem ein Übergewicht der Kornschwere feststellen.

Auf die Resultate der Arbeiten Heinrich's[69]) und Fruwirth's[67]) komme ich später zu sprechen.

Bei unseren Untersuchungen über den Sitz des schwersten Kornes in der Haferrispe wurden fünf verschiedene Sorten daraufhin geprüft. Von jeder Sorte wurde stets bei mehreren Rispen, im ganzen bei zwanzig,

das Gewicht der einzelnen Körner durch Wiegen auf der analytischen Wage bestimmt und bis auf $^1/_{10000}$ *g* berechnet. Es wurde in jedem Ährchen nur das schwerste Korn (Aussenkorn) gewogen, weil festgestellt werden sollte, wo dieses seinen Sitz hat. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind aus den Fig. 1—20 auf S 57—67 und aus der folgenden Übersicht XI ersichtlich.

Übersicht XI.

	Länge der Rispe *cm*	Gewicht der Rispe *g*	Zahl der Ährchen	Zahl der Körner	Gewicht aller Körner *g*	Gewicht des obersten Kornes *g*
			Ligowo-Hafer. (Fig. 1—6.)			
Zu Fig. 1.	7,5	0,369	5	10	0,340	0,0500
„ „ 2.	12,0	0,760	12	22	0,690	0,0546
„ „ 3.	13,0	0,810	11	20	0,733	0,0562
„ „ 4.	14,0	2,052	22	50	1,820	0,0630
„ „ 5.	17,0	2,584	23	55	2,269	0,0582
„ „ 6.	19,5	2,856	31	68	2,555	0,0586
			Paulsens Nassengrunder Riesenhafer. (Fig. 7—12.)			
„ „ 7.	11,0	0,620	9	15	—	0,0436
„ „ 9.	14,5	0,740	10	20	—	0,0500
„ „ 10.	16,0	1,290	20	—	—	0,0518
„ „ 11.	20,0	2,284	30	59	—	0,0528
„ „ 12.	20,0	2,530	32	—	—	0,0550
			Fichtelgebirgshafer aus Oberrösslau. (Fig. 13—16.)			
„ „ 13.	7,5	0,807	8	10	—	0,0372
„ „ 14.	16,5	1,027	26	31	—	0,0420
„ „ 15.	17,5	1,680	41	54	—	0,0420
„ „ 16.	16,5	1,710	47	62	—	0,0396
			Svalöfs Borstlö a-Hafer. (Fig. 17—18.)			
„ „ 17.	16,0	0,700	14	24	—	0,0398
„ „ 18.	19,0	3,000	46	88	—	0,0428
			Svalöfs Ligowo-Hafer. (Fig. 19—20.)			
„ „ 19.	15,5	1,290	21	39	—	0,0368
„ „ 20.	16,5	1,520	29	57	—	0,0466

Die Zahlen der in der vorstehenden Übersicht niedergelegten Untersuchungsergebnisse bestätigen den Befund Fruwirths[67]):

1. Das schwerste Korn eines schwereren Fruchtstandes ist schwerer als das schwerste eines leichteren.

   — Vor Fruwirth war es Liebscher[68]), der bei Weizen feststellte, dass die schwereren Ähren auch schwerere Körner enthalten. Die Erkenntnis dieser Tatsache ist für die Züchtung nach Korngewicht von Bedeutung. Es brauchen demnach nicht mehr die schwersten Fruchtstände und von diesen wiederum die schwersten Körner ausgesucht werden; denn dadurch, dass man die schwersten Körner aus dem gesamten Erdrusch gewinnt, erhält man auch gleichzeitig die Körner aus den schwersten Fruchtständen. —

2. Die schwereren Fruchtstände sind häufig die längeren und besitzen ebenso häufig eine längere Spindel.
3. Die schwereren Fruchtstände besitzen in den meisten Fällen mehr Körner als die leichteren.
4. Die Haferrispe zeigt sowohl in der ganzen Rispe, als auch innerhalb eines Rispenastes ein mehr oder minder gleichmässiges Ansteigen des Gewichtes der schwersten Körner der Ährchen, so dass an der Spitze der Rispe sich die schwersten Körner des ganzen Fruchtstandes finden.

— Zu demselben Resultate kam vor Fruwirth schon Heinrich[69]), der feststellte, dass das schwerste Korn an der Spitze der Haferrispe sitzt, und dass die weiter unterhalb sich entwickelnden Körner leichter und von geringerer Beschaffenheit sind, und dass auch die Seitenaxen der Rispe, die ebenfalls eine rispige Anordnung zeigen, dieselbe Regel gelten lassen. —

Diesen von Fruwirth aufgestellten vier Sätzen hat Verfasser noch zwei weitere anzufügen:

5. Je länger der Rispenast und je höher seine Ansatzstelle an der Rispenachse, desto schwerer sind die an ihm sitzenden Körner.
6. Die der Rispenachse und zwar besonders der Basis derselben unmittelbar ansitzenden Körner sind die leichtesten und am schlechtesten entwickelten. Eine Ausnahme hiervon machen die obersten an der Spitze der Achse sitzenden Körner, die fast stets zu den schwersten des ganzen Fruchtstandes zählen.

5. Das Gewicht und Gewichtsverhältnis der einzelnen Körner im Ährchen der Haferrispe und der Sitz der begrannten Körner.

Um das Gewicht nicht nur der schwersten Aussenkörner der Ährchen, sondern auch der Innen- und Zwischenkörner sowie ihr Gewichtsverhältnis zueinander festzustellen, sind von 4 Rispen (Fig. 3—6) alle Körner gewogen worden. Die Ergebnisse sind in den folgenden Übersichten XII—XX niedergelegt.

Übersicht XII. (Zu Fig. 4.)

Ährchen Nr.	Aussenkorn *g*	Innnenkorn *g*	Zwischenkorn *g*	
1	0,0562 +	0,0334 —	—	Oberstes Ährchen an der Spitze.
2	0,0540 +	0,0328 —	—	
3	0,0520 +	0,0330 —	—	
4	0,0480 —	0,0320 —	—	
5	0,0354 +	0,0280 —	—	
6	0,0382 —	0,0284 —	—	
7	0,0424 —	0,0250 —	—	
8	0,0320 —	0,0220 —	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	0,0447	0,0290	—	

Übersicht XIII. (Zu Fig. 3.)

Ährchen Nr.	Aussenkorn g	Innenkorn g	Zwischenkorn g	
1	0,0630 +	0,0434 —	0,0216 —	Oberstes Ährchen an der Spitze.
2	0,0630 +	0,0414 —	0,0164 —	
3	0,0584 —	0,0400 —	0,0156 —	
4	0,0546 +	0,0390 —	0,0180 —	
5	0,0546 +	0,0388 —	0,0138 —	
6	0,0570 +	0,0382 —	0,0150 —	
7	0,0560 +	0,0376 —	0,0170 —	
8	0,0546 +	0,0354 —	—	
9	0,0516 —	0,0344 —	—	
10	0,0498 —	0,0310 —	—	
11	0,0480 —	0,0292 —	—	
12	0,0496 —	0,0300 —	—	
13	0,0476 —	0,0346 —	—	
14	0,0466 —	0,0292 —	—	
15	0,0462 —	0,0286 —	—	
16	0,0406 —	0,0240 —	—	
17	0,0420 —	0,0240 —	—	
18	0,0434 —	0,0276 —	—	
19	0,0424 —	0,0248 —	—	
20	0,0426 —	0,0190 —	—	
21	0,0376 —	0,0164 —	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	0,0499	0,0317	0,0168	

Übersicht XIV. (Zu Fig. 6.)

1	0,0594 +	0,0400 —	0,0148 —	Oberstes Ährchen an der Spitze.
2	0,0578 —	0,0374 —	0,0156 —	
3	0,0508 +	0,0338 —	—	
4	0,0500 —	0,0350 —	—	
5	0,0562 +	0,0364 —	taub	
6	0,0548 —	0,0390 —	—	
7	0,0528 —	0,0352 —	0,0116 —	
8	0,0486 —	0,0322 —	0,0100 —	
9	0,0518 —	0,0370 —	0,0124 —	
10	0,0460 —	0,0262 —	—	
11	0,0418 —	0,0244 —	—	
12	0,0554 —	0,0382 —	0,0096 —	
13	0,0520 —	0,0326 —	0,0130 —	
14	0,0560 +	0,0400 —	0,0160 —	
15	0,0480 —	0,0308 —	—	
16	0,0476 —	0,0320 —	—	
17	0,0440 —	0,0310 —	—	
18	0,0426 —	0,0292 —	—	
19	0,0590 +	0,0416 —	0,0192 —	
20	0,0472 —	0,0316 —	—	
21	0,0416 —	0,0290 —	—	
22	0,0444 —	0,0300 —	—	
23	0,0374 —	0,0240 —	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	0,0498	0,0337	0,0139	

Übersicht XV. (Zu Fig. 5.)

Ährchen Nr.	Aussenkorn g	Innenkorn g	Zwischenkorn g	
1	0,0586 +	0,0360 —	—	Oberstes Ährchen an der Spitze.
2	0,0556 +	0,0396 —	0,0180 —	
3	0,0550 —	0,0390 —	0,0180 —	
4	0,0544 —	0,0336 —	—	
5	0,0540 —	0,0386 —	0,0190 —	
6	0,0520 —	0,0342 —	—	
7	0,0518 —	0,0366 —	—	
8	0,0510 —	0,0376 —	0,0120 —	
9	0,0500 —	0,0318 —	—	
10	0,0496 —	0,0380 —	0,0142 —	
11	0,6496 +	0,0354 —	0,0114 —	
12	0,0452 —	0,0340 —	0,0100 —	
13	0,0490 —	0,0350 —	—	
14	0,0454 —	0,0308 —	—	
15	0,0454 —	0,0320 —	—	
16	0,0436 —	0,0274 —	—	
17	0,0390 —	0,0336 —	—	
18	0,0380 —	0,0266 —	—	
19	0,0380 —	0,0230 —	—	
20	0,0376 —	0,0216 —	—	
21	0,0368 —	0,0210 —	—	
22	0,0354 —	0,0210 —	—	
23	0,0340 —	0,0150 —	—	
24	0,0310 —	0,0160 —	—	
25	0,0304 —	—	—	
26	0,0296 —	0,0138 —	—	
27	0,0290 —	0,0130 —	—	
28	0,0250 —	—	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	0,0467	0,0318	0,0146	

Nach diesen Wägungen und Berechnungen beträgt das Durchschnittsgewicht der einzelnen Körner in den Ährchen der 4 Rispen:

Übersicht XVI.

Nach Übersicht	Aussenkorn g	Innenkorn g	Zwischenkorn g
XII	0,0447	0,0290	—
XIII	0,0499	0,0317	0,0168
XIV	0,0498	0,0337	0,0139
XV	0,0467	0,0318	0,0146
Im Mittel (nach den Übersichten XIII—XV):	0,0488	0,0324	0,0151

Im Mittel beträgt das Gewicht des Aussenkornes 0,0488 *g*, das des Innenkornes 0,0324 *g* und das des Zwischenkornes 0,0151 *g*. Das Aussen-

korn ist also das schwerste Korn im Ährchen, das Zwischenkorn dagegen das leichteste, während das Innenkorn eine Mittelstellung einnimmt. Die Gewichtsdifferenz des Aussen- und Innenkornes beträgt 0,0164 *g*, die des Innen- und Zwischenkornes 0,0173 *g*. Beide Gewichtsunterschiede sind fast gleich und stehen mit dem Gewichte des Zwischenkornes ziemlich auf gleicher Höhe. Der Unterschied im Gewichte des Aussen- und Zwischenkornes beträgt 0,0337 *g* und differiert nur wenig von dem Gewichte des Innenkornes. Auch Heinrich[69]) stellte fest, dass das Aussenkorn ein höheres absolutes und spezifisches Gewicht besitzt als das Innenkorn. Mit der Abnahme des Gewichtes des Aussenkornes geht eine Gewichtsabnahme des Innen- und Zwischenkornes im allgemeinen Hand in Hand.

Ferner ergaben sich folgende Übereinstimmungen:

1. Befinden sich an einer Rispe ein- und zweikörnige Ährchen, so sitzen die zweikörnigen Ährchen dort, wo die schwersten Körner ihren Sitz haben, also in der Nähe der Spitzen der Rispe und der Rispenäste.
2. Analog verhält es sich bei einer Rispe, die zwei- und dreikörnige Ährchen hat, wo die dreikörnigen Ährchen auch an diesen Stellen sitzen.
3. Bei derselben Hafersorte ist die Zahl der Körner im Ährchen meistens von der Schwere der Rispe abhängig, insofern als leichtere Rispen mehr ein- bzw. zweikörnige, schwerere Rispen dagegen mehr zwei- bzw. dreikörnige Ährchen tragen.
4. Je grösser die Zahl der Körner im Ährchen, desto besser ist ihre Ausbildung und desto schwerer sind sie meistens.
5. Eine hohe Körnerzahl im Ährchen der Rispen ist bei derselben Sorte ein Zeichen für die gute Beschaffenheit und Schwere der Körner.

Das Gewichtsverhältnis der einzelnen Körner im Ährchen ist aus den folgenden Übersichten XVII—XX zu ersehen.

Übersicht XVII. (Zu Fig. 4.)

Ährchen Nr.	Gewichtsverhältnis des Aussenkornes zum Innenkorn wie 100:	
1	59,4	Oberstes Ährchen.
2	60,8	
3	63,4	
4	66,6	
5	79,1	
6	74,3	
7	59,0	
8	68,7	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	65,6	

Übersicht XVIII. (Zu Fig. 3.)

Ährchen Nr.	Verhältnis des Gewichtes: des Aussenkornes zum Innenkorn = 100:	des Aussenkornes zum Zwischenkorn = 100:	des Innenkornes zum Zwischenkorn = 100:	
1	68,8	34,3	49,8	Oberstes Ährchen.
2	65,7	26,0	39,6	
3	68,5	26,7	39,0	
4	71,4	32,9	46,1	
5	71,0	25,3	35,6	
6	67,0	26,3	39,2	
7	67,1	30,3	45,2	
8	64,0	—	—	
9	66,6	—	—	
10	62,2	—	—	
11	60,8	—	—	
12	60,0	—	—	
13	72,7	—	—	
14	62,6	—	—	
15	61,9	—	—	
16	59,1	—	—	
17	57,1	—	—	
18	63,6	—	—	
19	58,5	—	—	
20	44,6	—	—	
21	43,6	—	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	62,7	28,8	42,1	

Übersicht XIX. (Zu Fig. 5.)

1	61,4	—	—	Oberstes Ährchen
2	71,2	32,4	45,4	
3	70,9	32,7	46,1	
4	61,7	—	—	
5	71,5	35,2	49,2	
6	65,7	—	—	
7	70,6	—	—	
8	73,7	23,5	31,9	
10	76,6	28,6	37,3	
11	71,4	22,9	32,2	
12	75,2	22,1	29,4	
13	71,4	—	—	
14	67,8	—	—	
15	70,5	—	—	
16	62,8	—	—	
17	70,0	—	—	
18	60,5	—	—	
19	57,4	—	—	
20	57,1	—	—	
21	59,3	—	—	
22	44,4	—	—	
23	51,6	—	—	
25	46,6	—	—	
26	44,8	—	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	63,92	28,2	38,8	

Übersicht XX. (Zu Fig. 6.)

Ährchen Nr.	Verhältnis des Gewichtes: des Aussenkornes zum Innenkorn = 100 :	des Aussenkornes zum Zwischenkorn = 100 :	des Innenkornes zum Zwischenkorn = 100 :	
1	67,3	24,9	37,0	Oberstes Ährchen.
2	64,7	27,0	41,7	
3	66,5	—	—	
4	70,0	—	—	
5	64,7	—	—	
6	71,2	—	—	
7	66,6	22,0	33,0	
8	66,2	20,5	31,0	
9	71,4	23,9	33,5	
10	57,0	—	—	
11	58,3	—	—	
12	69,0	17,3	25,1	
13	62,7	25,0	39,8	
14	71,4	28,6	40,0	
15	64,1	—	—	
16	67,2	—	—	
17	70,4	—	—	
18	68,5	—	—	
19	70,5	32,5	46,1	
20	66,9	—	—	
21	69,7	—	—	
22	67,5	—	—	
23	64,1	—	—	Unterstes Ährchen.
Im Mittel:	66,7	24,6	36,3	

Das Gewichtsverhältnis des Aussen- und Innenkornes wird im allgemeinen um so weiter, je mehr der Sitz des Ährchens nach der Basis der Rispe rückt.

Nach den Durchschnittsgewichten 0,0488 *g*, 0,0324 *g* und 0,0151 *g* des Aussen-, Innen- und Zwischenkornes in der Übersicht XVI ergeben sich folgende Durchschnitts-Gewichtsverhältnisse:

Aussenkorn : Innenkorn = 100 : 66,4
Aussenkorn : Zwischenkorn = 100 : 30,9
Innenkorn : Zwischenkorn = 100 : 46,6.

Zwecks Feststellung des Sitzes der begrannten Körner ist bei den Figuren 1—20 und den Übersichten XII bis XV zum Zeichen, dass das Korn begrannt ist, ein „+“ hinter das Korngewicht gesetzt worden. „—“ bedeutet, das Korn trägt keine Granne.

Die Untersuchungen haben folgendes ergeben:

1. Das Innen- und das Zwischenkorn ist niemals begrannt.
2. Wenn eine Hafersorte Grannen trägt, so tragen diese die Aussenkörner.

3. Im Bereiche der ganzen Rispe sitzen die Grannen gewöhnlich an den schwersten Aussenkörnern, also an der Spitze der Rispe und der Rispenäste.

Die Hauptergebnisse.

1. Bei weitem am frühesten reifte mit 83 Tagen der holländische Mesdag; dann folgten mit 86 Tagen Golden Fleece, Kolumbus, Ligowo, Pfiffelbacher ertragreichster, Riesen-Sommerhafer, Rügenscher und der weisse schwedische Hafer. Am spätesten reiften mit 118 Tagen Brie, Coulommiers, Etampes und der nackte kleine Fahnenhafer.
2. Bei dem gelben Riesenfahnenhafer und dem amerikanischen Riesenhafer Golden Giant fehlt die Ligula; ausserdem geht bei diesen Sorten die Blattscheide in die Blattspreite in fester Linie über, während sich bei allen übrigen Sorten an der Stelle der Basis der Blattspreite ein deutlicher Knick vorfindet.
3. Das absolute Wurzelgewicht schwankte bei den 88 Sorten:
   a) Zur Zeit kurz nach dem Schossen zwischen 6,7 *g* bei Strubes Schlanstedter und 22,7 *g* bei dem schottischen Dun. Im Mittel der 88 Sorten betrug es 12,15 *g*.
   b) Zur Zeit der Reife zwischen 4,5 *g* bei dem Wide-Awake und 15,6 *g* bei dem schottischen Dun; im Durchschnitt betrug es 9,81 *g*.
4. Das Gewichtsverhältnis des oberirdischen Teiles und der Wurzel differierte:
   a) Nach dem Schossen zwischen 100 : 18,1 bei Strube und 100 : 54,3 bei Etampes. Im Mittel war es wie 100 : 29,9.
   b) Bei der Reife zwischen 100 : 10,6 bei Wide-Awake, 100 : 11,4 bei Strube und 100 : 28,2 bei dem schottischen Hopetown. Im Mittel war es wie 100 : 17,26.
5. Der Leutewitzer Gelbhafer verdankt scheinbar seine hohe Kornertragsfähigkeit auf trockenen, leichten Böden und in trockenen Jahren nicht seiner schnelleren Entwicklung - - bei der Keimung, dem Schossen, dem Längenwachstum und der Reife — sondern seiner grossen Bewurzelungsfähigkeit.
6. In der individuellen Nutzung der einzelnen Hafersorten nach ihrer Bewurzelungsfähigkeit haben wir ein Mittel in der Hand, die Produktivität zu steigern.
7. Die frühreifen Hafersorten lieferten im allgemeinen höhere Kornerträge als die spätreifen; die sehr spätreifen ergaben ganz geringe Erträge.
8. Die frühreifen produktiven Sorten besassen im allgemeinen eine kleine Bewurzelungsfähigkeit, die spätreifen, weniger produktiven dagegen eine grosse.
9. Den höchsten Spelzengehalt der Körner hatte mit 35,89 % der bayrische verbesserte Gebirgshafer, den geringsten dagegen mit 20,0 % Rousse couronnée.

10. Ein hoher Spelzengehalt geht mit einer kurzen Vegetationszeit und einer kleinen Bewurzelungsfähigkeit Hand in Hand, ein geringer Spelzenanteil dagegen mit einer langen Reifezeit und einer grossen Bewurzelungsfähigkeit.
11. Das Gewicht von 1000 nackten Körnern schwankte zwischen 12,2 *g* bei Pied de mouche courte und 34,9 *g* bei Svalöfs Ligowo-Hafer; das Gewicht von 1000 Spelzen differierte zwischen 3,8 *g* bei Pied de mouche courte und 11,9 *g* beim Ligowo.
12. Bestätigung der folgenden 4 Sätze FRUWIRTHS:

„a) Das schwerste Korn eines schwereren Fruchtstandes ist schwerer als das schwerste eines leichteren.

b) Die schwereren Fruchtstände sind häufig die längeren und besitzen ebenso häufig eine längere Spindel.

c) Die schwereren Fruchtstände besitzen in den meisten Fällen mehr Körner als die leichteren.

d) Die Haferrispe zeigt sowohl in der ganzen Rispe, als auch innerhalb eines Rispenastes ein mehr oder minder gleichmässiges Ansteigen des Gewichtes der schwersten Körner der Ährchen, so dass an der Spitze der Rispe sich die schwersten Körner des ganzen Fruchtstandes finden."

13. a) Je länger der Rispenast und je höher seine Ansatzstelle an der Rispenachse, desto schwerer waren meistens die an ihm sitzenden Körner.

b) Die an der Rispenachse und zwar besonders an ihrer Basis direkt ansitzenden Körner waren die leichtesten und am schlechtesten entwickelten. Eine Ausnahme hiervon machten die obersten, an der Spitze der Achse direkt ansitzenden Körner, die stets zu den schwersten des ganzen Fruchtstandes zählten.

14. a) Das Durchschnittsgewicht für die einzelnen Körner im Ährchen betrug für das Aussenkorn (ATTERBERGS) 0,0488 *g*, für das Innenkorn 0,0324 *g* und für das Zwischenkorn 0,151 *g*.

b) Die Gewichtsdifferenz des Aussen- und Innenkornes betrug im Mittel 0,0164 *g*, die des Innen- und Zwischenkornes 0,0173 *g*. Beide Gewichtsunterschiede waren fast gleich und standen mit dem Gewicht des Zwischenkornes ziemlich auf gleicher Höhe.

c) Der Gewichtsunterschied beim Aussenkorn und Zwischenkorn war 0,0337 *g* und differierte nur wenig von dem Gewichte des Innenkornes.

d) Mit einer Abnahme des Gewichtes des Aussenkornes ging eine Gewichtsabnahme des Innen- und Zwischenkornes im allgemeinen Hand in Hand.

e) Befanden sich an einer Rispe ein- und zweikörnige Ährchen, so sassen die zweikörnigen Ährchen dort, wo die schwersten Aussen-

körner ihren Sitz hatten, also in der Nähe der Spitzen der Rispe und der Rispenäste.

f) Ebenso verhielt es sich bei einer Rispe, die zwei- und dreikörnige Ährchen trägt, wo die dreikörnigen Ährchen auch an diesen Stellen sassen.

g) Bei derselben Hafersorte war die Zahl der Körner im Ährchen von der Schwere bzw. Länge der Rispe abhängig, insofern als leichtere Rispen mehr ein- bzw. zweikörnige, schwerere Rispen dagegen mehr zwei- bzw. dreikörnige Ährchen trugen.

h) Je mehr Körner im Ährchen, desto besser und schwerer waren sie häufig; eine hohe Körnerzahl in den Ährchen der Rispen war bei derselben Sorte ein Zeichen für die gute Beschaffenheit und Schwere der Früchte.

15. Das mittlere Gewichtsverhältnis der einzelnen Körner im Ährchen:
   a) Aussenkorn : Innenkorn wie 100 : 66,4.
   b) „ : Zwischenkorn wie 100 : 30,9.
   c) Innenkorn : Zwischenkorn wie 100 : 46,6.

16. a) Das Innen- und Zwischenkorn war niemals begrannt.
   b) Wenn eine Hafersorte Grannen trug, so sassen sie an den Aussenkörnern.
   c) Im Bereiche der ganzen Rispe sassen die Grannen gewöhnlich nur an den schwersten Aussenkörnern, also an den Spitzen der Rispe und der Rispenäste.

Zusammenstellung der benutzten Literatur.

1. Plinius sagt (Historia naturalis XLIV) vom Hafer: „sicut ipsa (scil avena) frumenti fit instar: quippe cum Germaniae populi serant eam neque alia pulte vivant.“
2. Heinrich, Die Gewichtsveränderungen und die Kohlensäureausscheidung (Atmung) der einzelne Organe der Haferpflanze während ihrer verschiedenen Entwicklungszustände. Zweiter Bericht über die Verhältnisse und Wirksamkeit der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock, 1894, S. 157.
3. Kreusler, Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. 14, 1885, S. 951.
4. Sachs, Arbeiten des botanischen Institutes Würzburg, Bd. 3, S. 1.
5. Brooks, Chemisches Centralblatt 1893, Bd. 2, S. 95.
6. Thompson und Pfendergast, Minnesota, Botan. Stud. 1896, Part. VIII, April.
7. Menge. Inaugural-Dissertation, Halle 1887.
8. Weber, Arbeiten des botanischen Institutes Würzburg, Bd. 2, S. 346.
9. Schulze, Studien über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen, Breslau.
10. Pistohlkors, Das Wurzelsystem unserer Kulturpflanzen und seine Beziehungen zu Boden, Ernährung und Fruchtfolge. Inaugural-Dissertation, Bonn.
11. Schulze, Studien über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen, Breslau.
12. Strassburger, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen 1904, S. 166.

13. Müller-Thurgau, Über Wachstum und Bedeutung der Wurzeln. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1875, S. 999.
14. Pfeffer, Pflanzenphysiologie.
15. Heinrich, Zweiter Bericht der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock 1894, S. 157.
16. Strakosch, Das Problem der ungleichen Arbeitsleistung unserer Kulturpflanzen, 1907.
17. Hosäus, Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1872, S. 29.
18. Opitz, Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidearten. Mitteilungen der landwirtschaftlichen Institute der Universität Breslau 1904, S. 749.
19. Hosäus, Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1872, S. 29.
20. Opitz, Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidearten, s. 18.
21. Schneider, Studien über die Bewurzelung des Rotklees, der Serradella, der Esparsette und der Luzerne bei verschiedenem Kalkgehalte des Bodens.
22. Molisch, Über Wurzelausscheidungen und deren Einwirkungen auf organische Sub stanzen. Der Naturforscher 1888, N. 26, S. 215.
23. Czapek, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. 29, H. 3.
24. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, S. 117.
25. Prianischnikow, Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie, 1903, S. 829.
26. Kunze, Über Säureausscheidungen bei Wurzeln. Inaugural-Dissertation 1906.
27. Lemmermann, Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen 1907, S. 213.
28. Ebenda.
29. Koenig und Haselhoff, Landwirtschaftliche Jahrbücher 1894, S. 1009.
30. Kunze, s. 26.
31. Heinrich, Versuche über das Bewurzelungsvermögen der Kulturpflanzen, Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie, 1876, Bd. 10, S. 182.
32. Hellriegel, Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues, S. 118 ff.
33. Haberlandt, Das Gewichtsverhältnis zwischen den Wurzeln und den oberirdischen Pflanzenteilen, Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie Bd. 9, S. 93.
34. Nowacki, Getreidebau.
35. v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1902.
36. Kunze, s. 26.
37. Pistohlkors, s. 10.
38. Wolff, Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Produkten, I. Teil 1871, II. Teil 1880.
39. v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie 1876, 9. Auflage, S. 522.
40. Koenig, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 4 Auflage 1904.
41. Hellriegel, Grundlagen S. 175.
42. Nobbe, Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikultur-Chemie, 1868 u. 1869, S. 218.
43. Schwarz, Die Wurzelhaare der Pflanzen. Untersuchungen aus dem botanischen Institute zu Tübingen, Bd. I, H. II 1883, S. 135—188.
44. Hesse, Morphologie und Biologie der Wurzelhaare. Inaugural-Dissertation, Jena 1903.
45. Sachs, Vorlesungen S. 306.
46. v. Wiener, Wollny-Forschungen, Bd. XVIII.
47. Liebscher, Anbauversuche mit verschiedenen Roggensorten. Arbeiten der D. L. G. Heft 13.
48. Remy, Verhandlungen der Winterversammlung 1906 der D. L. G. Sonderabdruck aus Bd. 21 des Jahrbuches der D. L.-G., 1906, S. 163.
49. Edler, Vierjährige Haferanbauversuche. Arbeiten der D. L. G. Heft 114, S. 255.
50. Ebenda S. 258.
51. Heinrich, II. Bericht der landw. Versuchsstation Rostock, S. 157.

52. Fleischer, Versuche über das Gedeihen versch. Sommergetreidespielarten auf Moorkulturen. Mitt. d. Vereins z. Förderung d. Moorkultur im Deutschen Reiche, 1893, 1894.
53. v. Wiener, Wollny-Forschungen, Bd. XVIII, S. 438.
54. Remy, s. 48.
55. Beseler und Maercker, Versuche über den Anbauwert verschiedener Hafersorten. Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie, 1887.
56. Edler, Anbauversuche mit verschiedenen Hafersorten. Journal für Landwirtschaft, Bd. 35, Heft 1, S. 95—102.
57. Heine, Vergleichende Haferanbauversuche zu Rittergut Emersleben im Jahre 1887. Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie, 1888, S. 695.
58. Remy, s. 48.
59. Pistohlkors, s. 10.
60. Opitz, s. 18.
61. v. Rümker, Getreidezüchtung S. 4.
62. Bünger, Landw. Jahrbücher Bd. XXXV, 1906 H. 6, S. 94.
63. Edler, Vierjährige Haferanbauversuche, Arbeiten der D. L. G., H. 114, S. 291.
64. Ebenda.
65. Beseler und Maercker, s. 55.
66. v. Rümker, Über die Verteilung des Korngewichtes an dem Fruchtstande einiger Getreidesorten. Journal für Landwirschaft 1890, H. II, S. 309.
67. Fruwirth, Wollny-Forschungen Bd. XV, S. 49.
68. Liebscher, Deutsche landwirtschaftliche Presse 1889, S. 655.
69. Heinrich, Landwirtschaftliches Wochenblatt des k. k. Ackerbauministeriums, Wien 1860, Nr. 49—51.

Herrn Geh. Ökonomierat Professor Dr. Heinrich spreche ich für die Anregung und Förderung der Arbeit an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aus.

Gleichzeitig danke ich aufrichtig Herrn Professor Dr. Honcamp für die mir von seiner Seite zuteil gewordene Unterstützung.

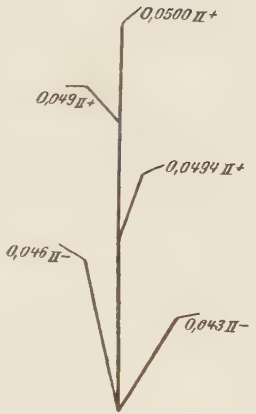


Fig. 1. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 7,5 *cm*.
Gewicht „ „ 0,369 *g*.

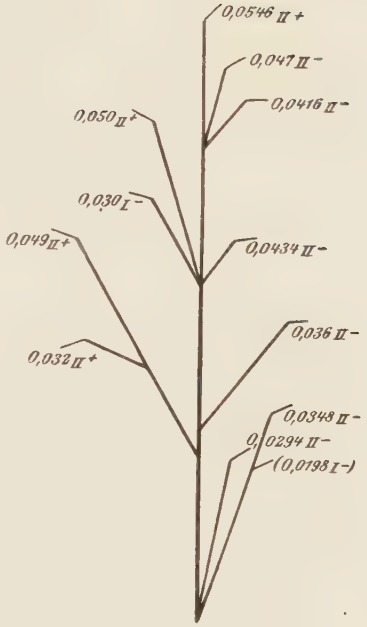


Fig. 2. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 12,0 *cm*.
Gewicht „ „ 0,760 *g*.

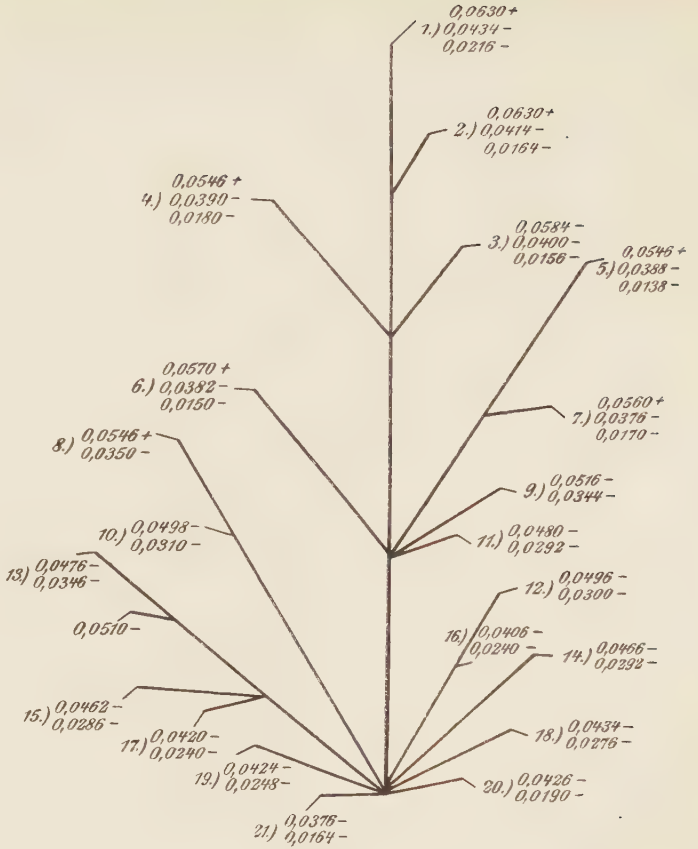


Fig. 3. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 14,0 *cm*.
Gewicht „ „ 2,052 *g*.

Fig. 4. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 13,0 *cm*.
Gewicht „ „ 0,810 *g*.

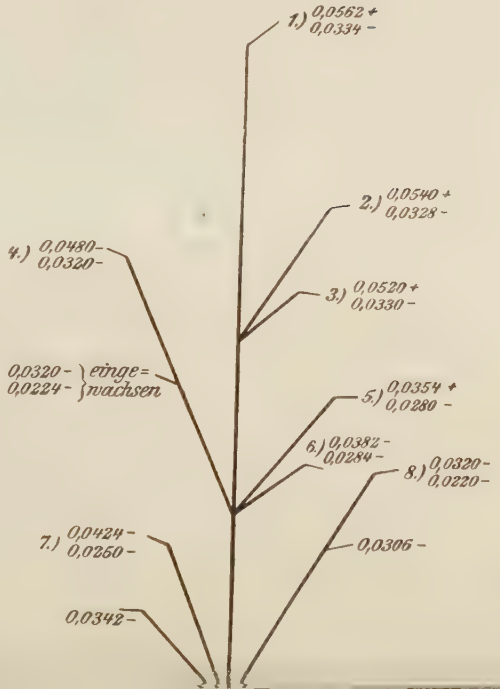
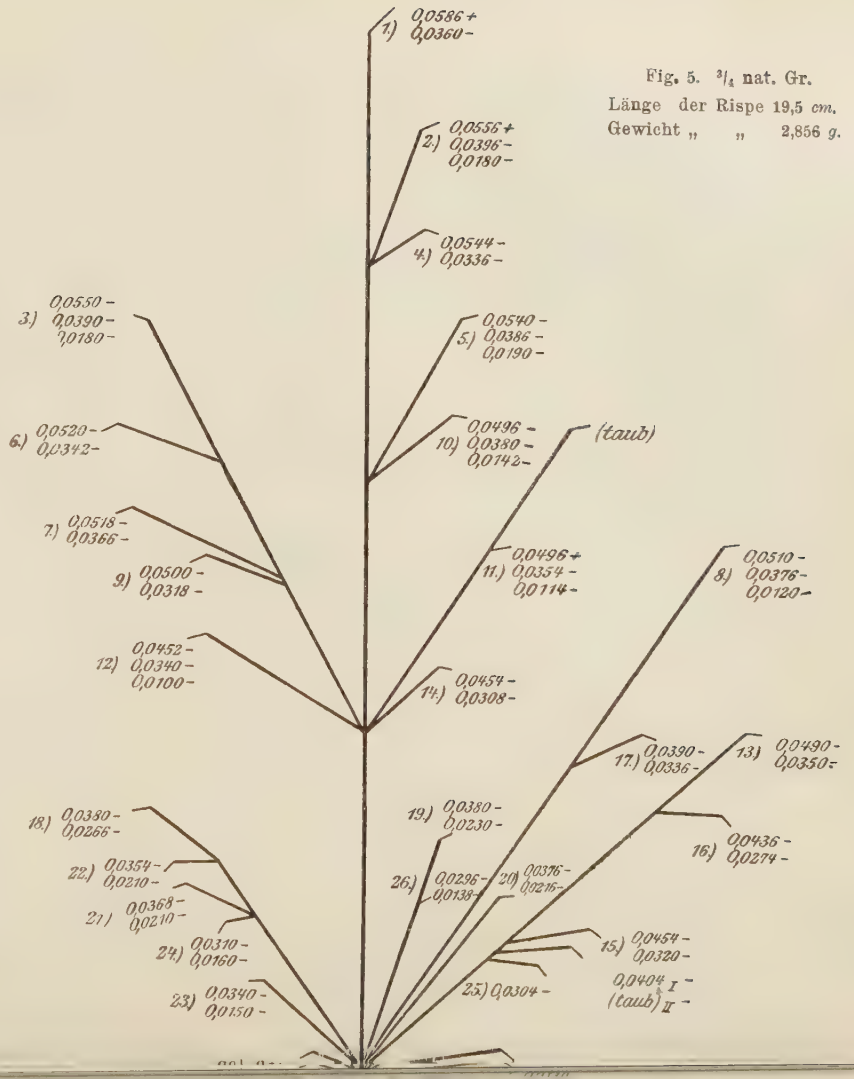


Fig. 5. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 19,5 *cm*.
Gewicht „ „ 2,856 *g*.



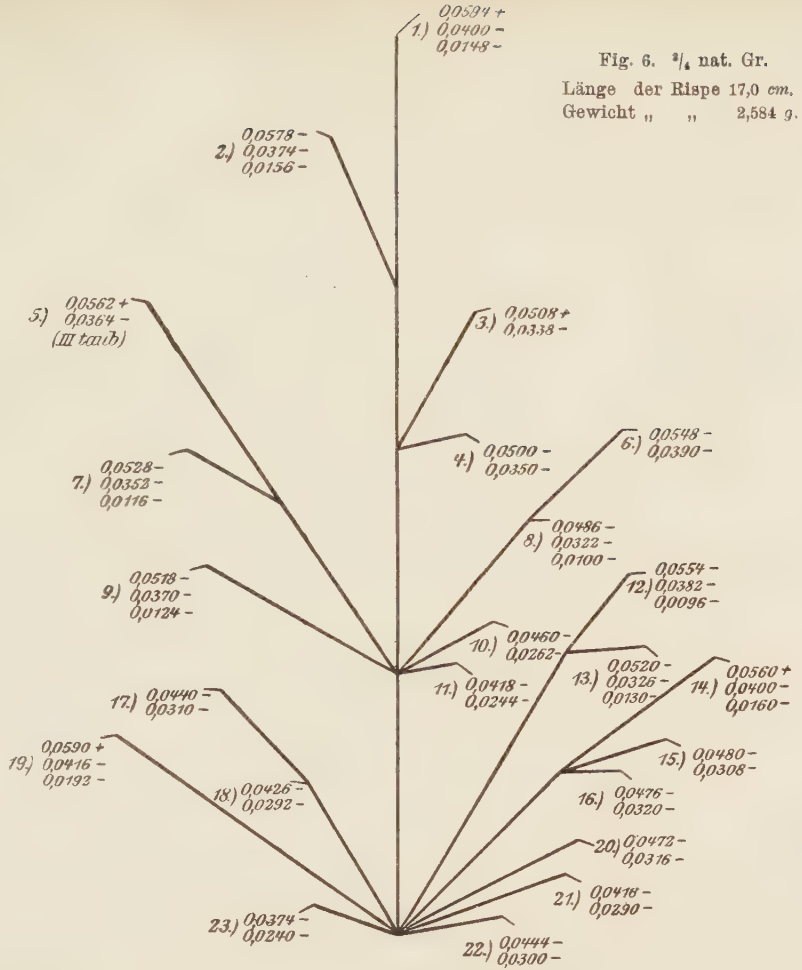


Fig. 6. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 17,0 *cm*.
Gewicht „ „ 2,584 *g*.

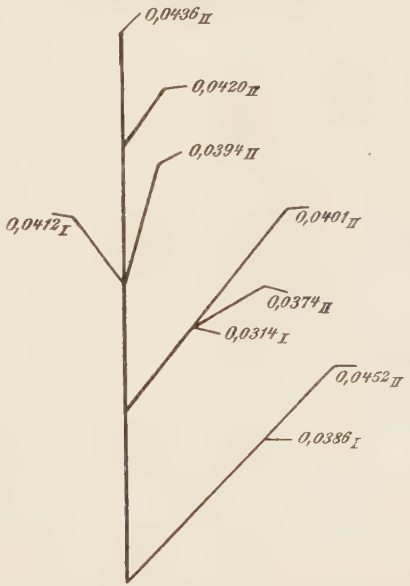


Fig. 7. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 11,0 *cm*.
Gewicht „ „ 0,62 *g*.

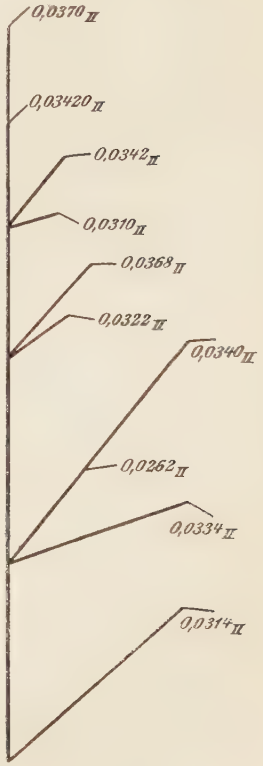


Fig. 8. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 14,0 *cm*.
Gewicht „ „ 0,65

Fig. 9. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 14,5 *cm*.
Gewicht „ „ 0,740 *g*.

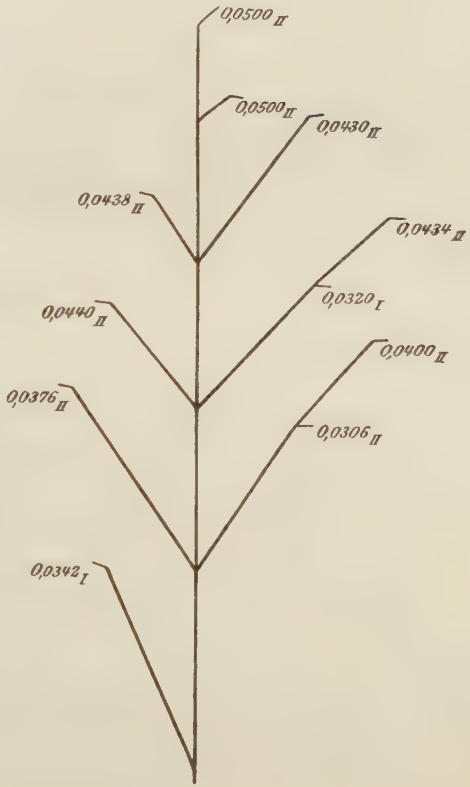
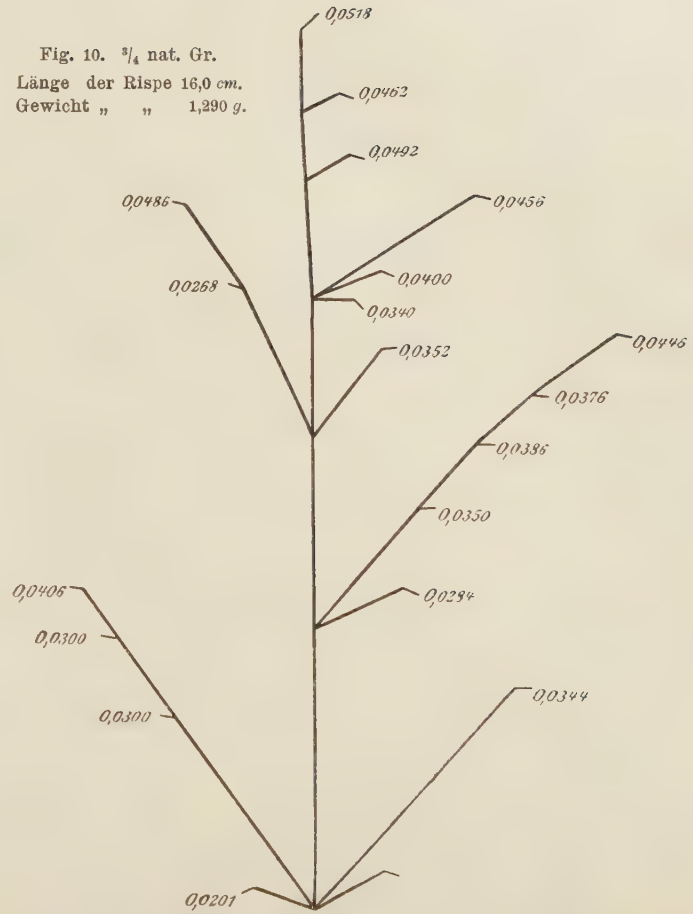


Fig. 10. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 16,0 *cm*.
Gewicht „ „ 1,290 *g*.



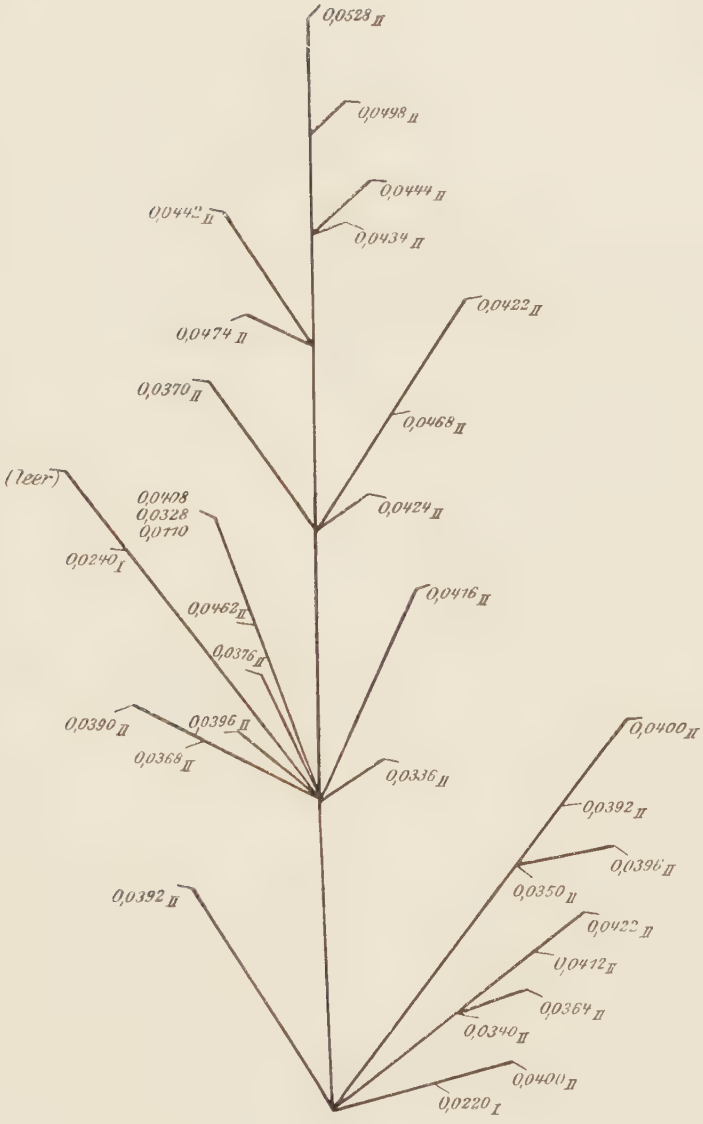


Fig. 11. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 20,0 *cm*.
Gewicht „ „ 2,284 *g*.

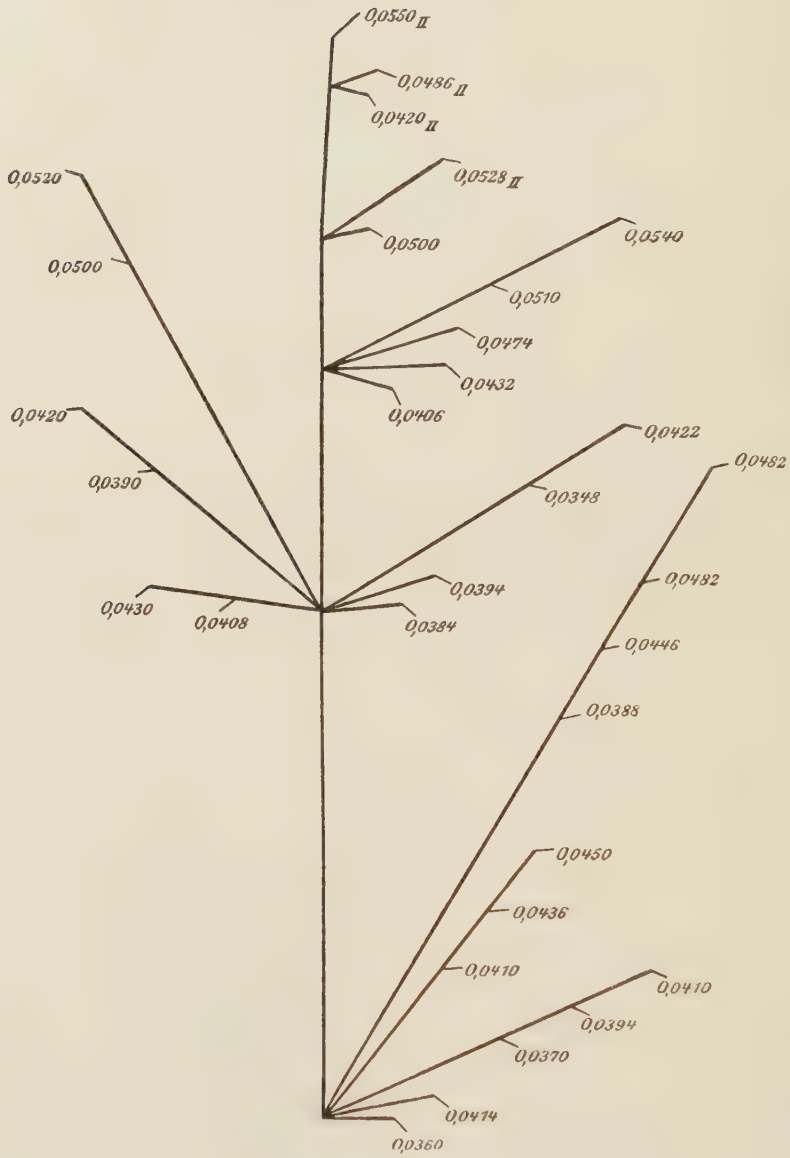


Fig. 12. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 20,0 *cm*.
Gewicht „ „ 2,530 *g*.

Fig. 13. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 7,5 *cm*.
Gewicht „ „ 0,807 *g*.

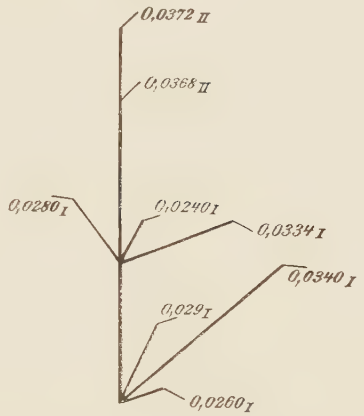
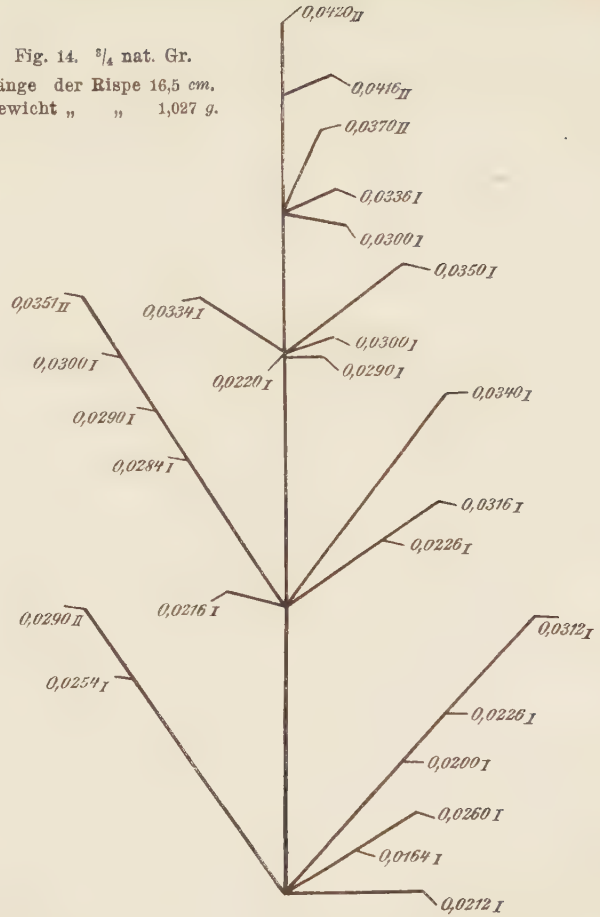


Fig. 14. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 16,5 *cm*.
Gewicht „ „ 1,027 *g*.



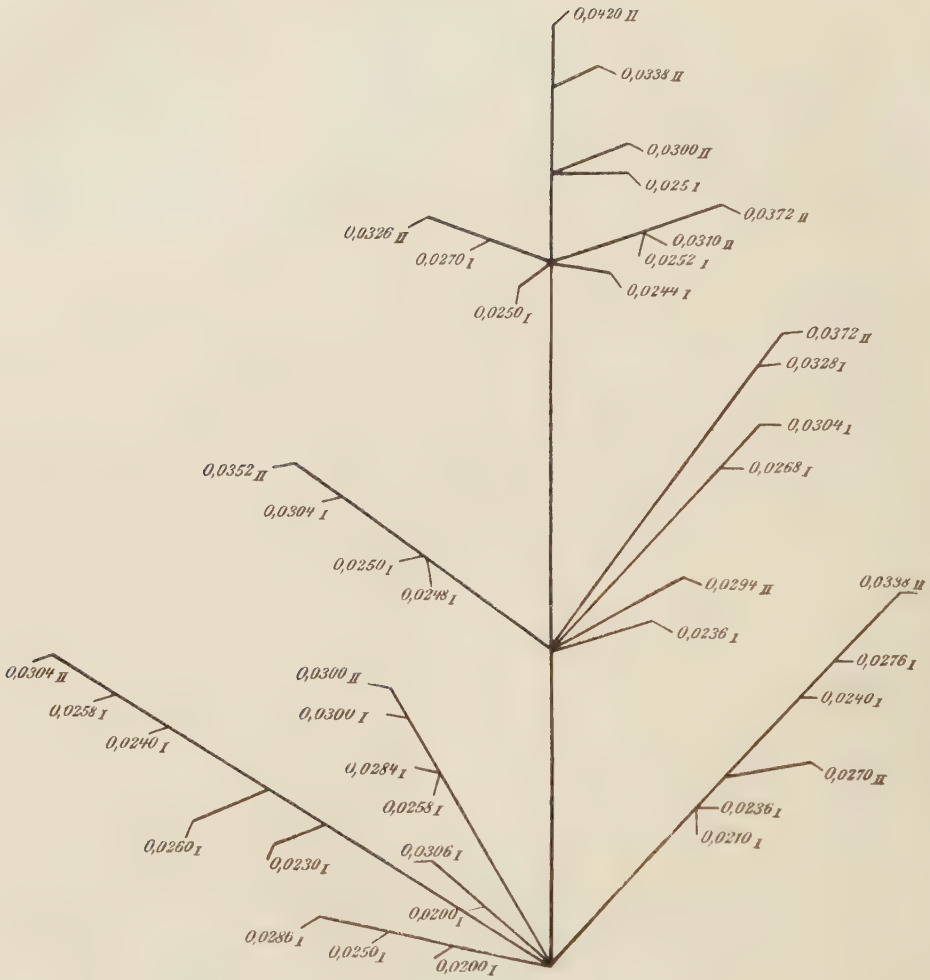


Fig. 15. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 17,5 *cm*.
Gewicht „ „ 1,680 *g*.

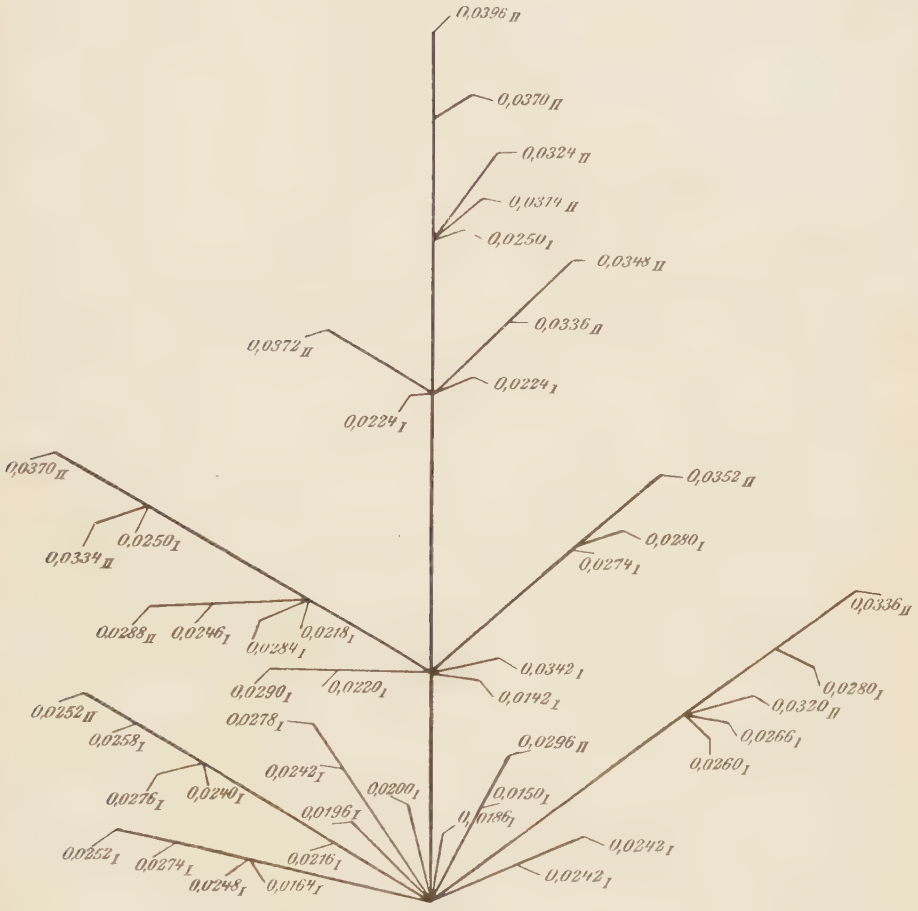


Fig. 16. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 16,5 *cm*.
Gewicht „ „ 1,710 *g*.

Fig. 17. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 16,0 *cm*.
Gewicht „ „ 0,700 *g*.

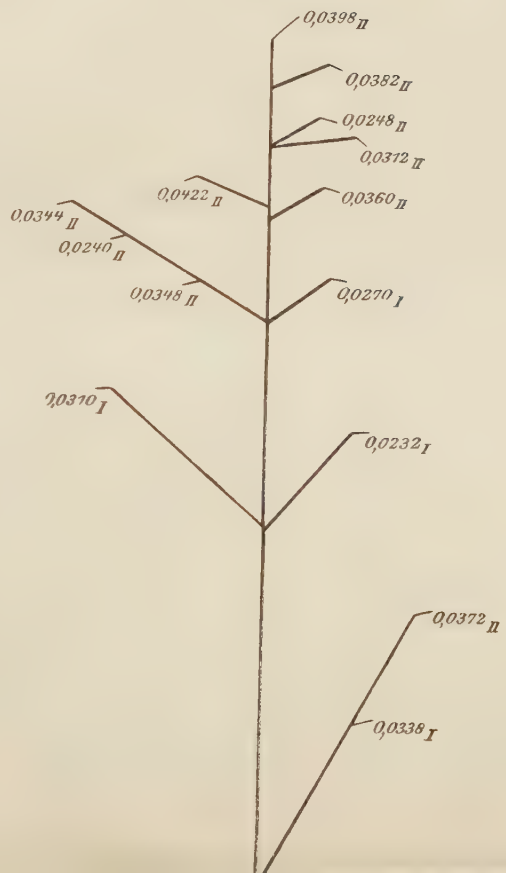


Fig. 18. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 19,0 *cm*.
Gewicht „ „ 3,000 *g*.

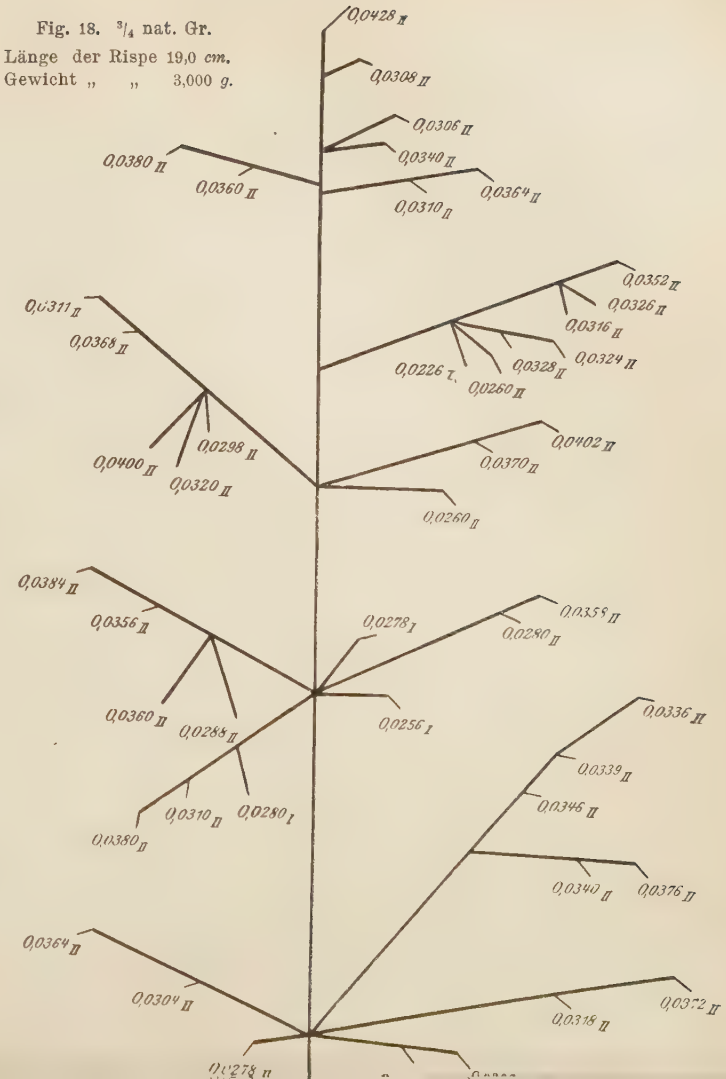


Fig. 19. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 15,5 *cm*.
Gewicht „ „ 1,290 *g*.

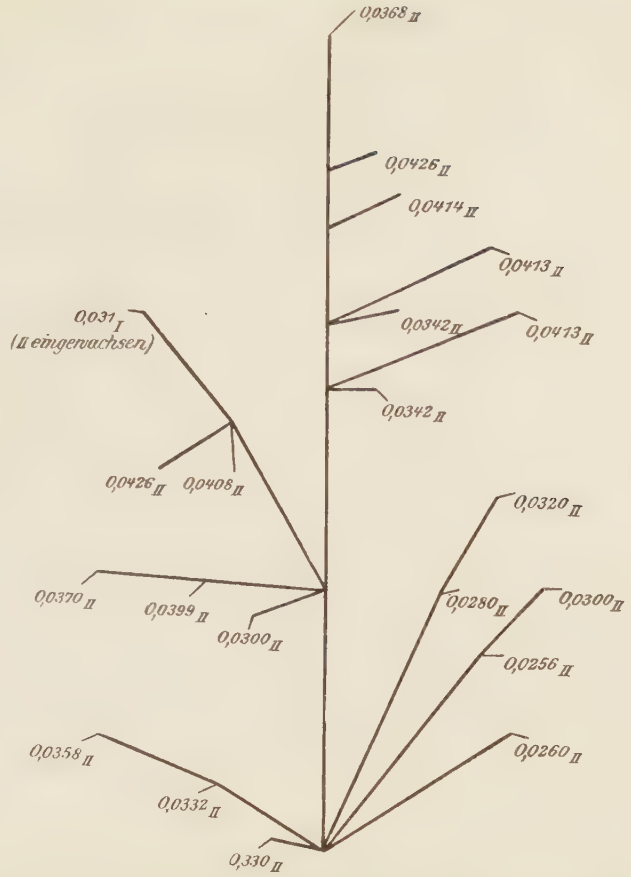


Fig. 20. $^3/_4$ nat. Gr.
Länge der Rispe 16,5 *cm*.
Gewicht „ „ 1,520 *g*.

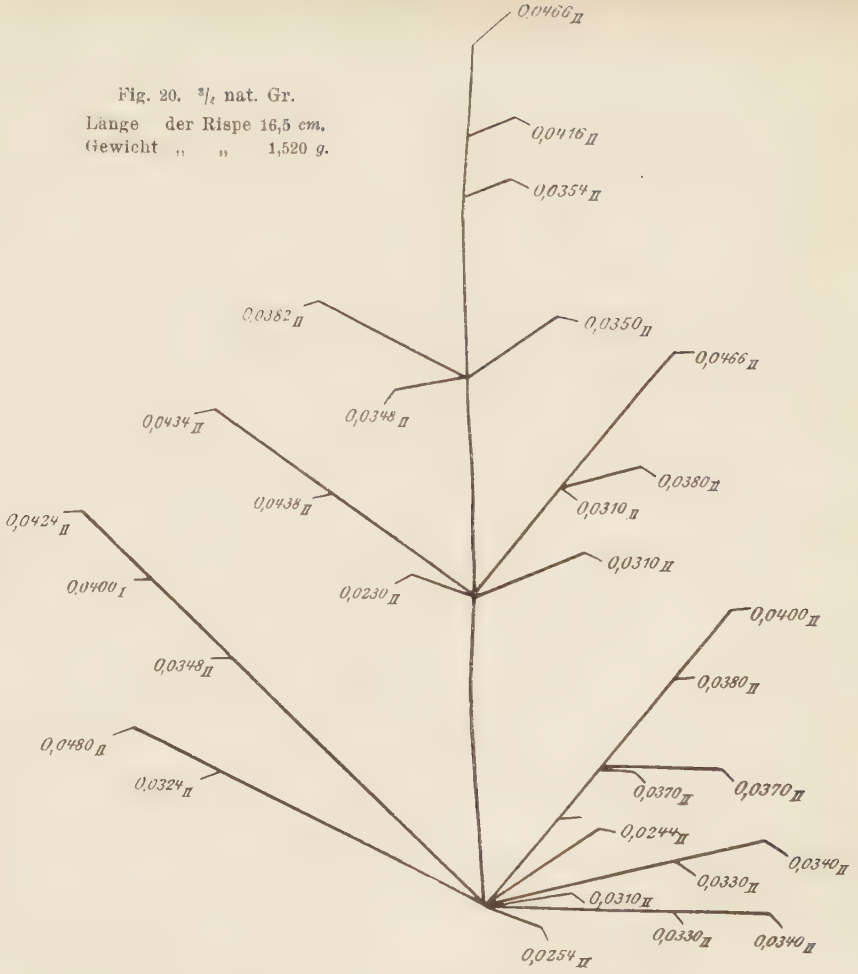


Fig. 1.

Halm vom Riesen-Fahnenhafer. Bei a das Fehlen der Ligula erkennbar; bei a' geht die Blattspreite in die Blattscheide in fester Linie über.

Halm vom Rispenhafer Kolumbus. Bei b die Ligula und bei b' ein Knick deutlich sichtbar.

Fig. 2.

Hafersorten mit verschieden starker Bewurzelungsfähigkeit.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW.